

Moderní technologie v podpoře výuky strojírenských oborů na SPŠ

Bc. Petr Novosád

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav informatiky a umělé inteligence

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Novosád**
Osobní číslo: **A17295**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Moderní technologie v podpoře výuky strojírenských oborů na SPŠ**
Téma práce anglicky: **Modern Technology in Support of the Tuition of Mechanical Engineering in Secondary Schools**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši na téma technologie v podpoře výuky strojírenských oborů.
2. Analyzujte získané poznatky s ohledem na použití simulačních robotických systémů.
3. Navrhněte vzorová technologická řešení aplikovatelná pro projektovou edukaci.
4. Vybraná řešení realizujte a ověřte v praxi.
5. Vyhodnotte zvolená řešení s ohledem na jejich využitelnost.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. ČECH, Jaroslav, PERNIKÁŘ, Jiří a PODANÝ, Kamil. Strojírenská metrologie. 2. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 176 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-3070-2.
2. DOSTÁL, Jiří a kol. Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 273 stran. Monografie. ISBN 978-80-244-5238-8.
3. Havelka Martin a Stoffová Veronika. Robotika – stavba a programování robotů (LEGO Mindstorms EV3 a NXT). 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 80 stran. ISBN 978-80-244-5194-7.
4. JAŠEK, Roman a Michal SEDLÁČEK. Laboratoř oboru – učitelství informatiky pro střední školy [online]. 1. vydání Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016 [cit. 2017-01-08]. ISBN 978-80-7454-624-1. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/39366>
5. KRATOCHVÍLOVÁ, Jana. Teorie a praxe projektové výuky. 2. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2016. 160 stran. ISBN 978-80-210-8163-5.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce: 28. listopadu 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 15. května 2020



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 9. prosince 2019

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Petr Novosád, v.r.
.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na vybrané moderní technologie, jako jsou robotické stavebnice LEGO Mindstorms EV3 Education, Fishertechnik Robotics Competition Set, skenovací zařízení RangeVision Smart 3D skener, měřící skenovací rameno Faro a jejich využitelnost při podpoře výuky strojírenských oborů na SPŠ. Teoretická část práce analyzuje využitelnost robotických sad a skenovacích zařízení. Praktická část je zaměřena na realizaci vybraných technologií ve výuce. Výstupem je ukázka modelové projektové výuky s těmito moderními technologiemi.

Klíčová slova:

moderní technologie, robotické stavebnice LEGO Mindstorms EV3 Education, Fishertechnik Robotics Competition Set, RangeVision Smart 3D skener, rameno Faro, skenovací zařízení projektová výuka, strojírenství.

ABSTRACT

The work is focused on selected modern technologies, such as robotic kits LEGO Mindstorms EV3 Education, Fishertechnik Robotics Competition Set, scanning device RangeVision Smart 3D scanner, measuring scanning arm Faro and their usability in supporting the teaching of engineering at secondary schools. The theoretical part analyzes the usability of robotic sets and scanning devices. The practical part is focused on the implementation of selected technologies in teaching. The output is a demonstration of model project teaching with selected modern technologies.

Keywords:

modern technologies, robotic kits LEGO Mindstorms EV3 Education, fishertechnik Robotics Competition Set, RangeVision Smart 3D scanner, Faro arm, scanning equipment project teaching, engineering.

PODĚKOVÁNÍ

Velké poděkování patří panu prof. Mgr. Romanu Jaškovi, Ph.D. za podporu, motivaci a cenné rady při vedení mé práce.

Čestné prohlášení, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VSTUP DO PROBLEMATIKY	12
1.1 TECHNICKÉ VZDĚLÁNÍ.....	13
1.2 PROJEKTOVÁ VÝUKA.....	14
2 VÝUKOVÉ ROBOTICKÉ SADY	16
2.1 MINDSTORMS EV3 EDUCATION.....	16
2.1.1 Software pro MINDSTORMS Education EV3.....	17
2.1.2 EV3 TECHNOLOGIE – zapojení jednotlivých komponent.....	21
2.1.3 EV3 TECHNOLOGIE.....	21
2.2 ROBOTICS COMPETITION SET.....	28
2.2.1 Software pro Robotics Competition Set.....	29
2.2.2 Robotics Competition Set – zapojení jednotlivých komponent.....	34
3 MĚŘICÍ A SKENOVACÍ ZAŘÍZENÍ	39
3.1 RANGE VISION SMART 3D SKENER.....	39
3.2 SKENOVACÍ A MĚŘICÍ RAMENO.....	42
3.2.1 FARO rameno.....	42
3.2.2 FARO Arm Fusion.....	43
II PRAKTICKÁ ČÁST	46
4 ROBOTICKÁ SADA MINDSTORMS EDUCATION EV3	47
4.1 ROBOTICKÉ RAMENO.....	49
4.1.1 Komponenty stavebnice.....	49
4.1.2 Stavba konstrukce robotického ramena.....	50
4.1.3 Popis programu.....	52
4.2 BAREVNÝ TŘÍDIČ - VÝROBNÍ LINKA.....	53
4.2.1 Komponenty stavebnice.....	53
4.2.2 Stavba konstrukce barevného třídíče.....	54
4.2.3 Popis programu.....	56
5 VÝUKOVÁ ROBOTICKÁ SADA ROBOTICS COMPETITION SET	58
5.1 ROBOTICKÉ VOZÍTKO.....	59
5.1.1 Komponenty stavebnice.....	60
5.1.2 Stavba konstrukce robotického vozítka.....	61
5.1.3 Popis programu.....	65
6 MĚŘICÍ A SKENOVACÍ ZAŘÍZENÍ	71
6.1 RANGEVISION SMART 3D SKENER.....	71
6.2 MĚŘICÍ RAMENO FARO.....	72
7 INOVAČNÍ TECHNOLOGIE VE VÝUCE	73
8 PRAKTICKÉ UKÁZKY SE STAVEBNICEMI, MĚŘICÍM RAMENEM A SKENOVACÍM ZAŘÍZENÍM	74

8.1	ZAMĚŘENÍ ŠKOLY – MODERNÍ TECHNOLOGIE	74
8.2	PŘÍNOS MODERNÍCH TECHNOLOGIÍ	75
8.3	NÁVRHY PROJEKTOVÉ VÝUKY	75
8.4	PŘÍPRAVA A REALIZACE PROJEKTOVÉ VÝUKY	79
8.5	CÍL PROJEKTOVÉ VÝUKY	82
8.6	HODNOCENÍ PROJEKTOVÉ VÝUKY	82
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM PŘÍLOH	93

ÚVOD

Téma diplomové práce si autor vybral, protože pracuje jako učitel na střední průmyslové škole, která disponuje bohatou nabídkou moderních technologií a aplikuje je do výuky informatiky. Cílem bylo rozšířit využitelnost moderních technologií ve výuce pro širší okruh studentů, případně přilákat nové zájemce v podobě zájmových kroužků.

V dnešní době je i pro studenty strojírenských oborů důležité, aby se zajímali a byly jim nabízeny moderní technologie. A to například v podobě projektové výuky s přímým využitím těchto technologií. Na volném trhu práce vznikají nové pracovní pozice, které reagují na technologické inovace ve firmách. Proto je důležité již při studiu žáky s těmito fakty seznamovat a tím jim umožnit plynulý přechod do pracovního prostředí.

Teoretická část této práce představuje nabídku vybraných moderních technologií jako jsou robotické stavebnice LEGO Mindstorms EV3 Education, Fishertechnik Robotics Competition Set, skenovací zařízení RangeVision Smart 3D skener, rameno Faro, jejich terminologií, popisem parametrů a komponent, softwarem a hardwarem, ve kterých je třeba se orientovat před praktickým nasazením.

Praktická část se zaměřuje na zvolená řešení z výše uvedené nabídky moderních technologií. Vybrané robotické modely jsou zde zrealizovány od fáze sestavení, naprogramování, až po uvedení do chodu. Jedná se o robotické rameno, barevný podavač - výrobní linka, robotické vozítko. Skenovací a měřicí zařízení jsou využita v reálném chodu po sestavení naskenovaného 3D modelu, se kterým se může dále pracovat, např. tisk 3D tiskárnou. Zvolená řešení jsou zakomponována do projektové výuky u studentů strojírenství druhého ročníku. Záměrem je seznámit žáky s těmito robotickými sadami a skenovacími zařízeními, které jsou instalovány ve firmách na podobném principu, ale dle konkrétního zaměření výrobního podniku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VSTUP DO PROBLEMATIKY

V důsledku vývoje společnosti a jejich potřeb se měnily požadavky na vzdělávání. Globální změny a vývoj techniky nabízí člověku nové možnosti, proto je důležité, aby mladí lidé byli připravováni na život, a to díky aktuálnímu, uplatnitelnému a perspektivnímu vzdělání. Tento požadavek je uveden i v aktuálních kurikulárních dokumentech, například RVP (rámecový vzdělávací program). S nárůstem požadavků na populaci v oblasti informačních technologií se mění technické i přírodovědné pojetí výuky. Populace je stavěna do situace, kdy musí reagovat a řešit stále nové trendy v rozličných oblastech lidského života (vznik nových technologií výroby, profesí, oborů).¹

V důsledku toho dochází k prolínání školního vzdělávání a vědy. Technický rozvoj se výrazně projevuje v průmyslu, dochází k postupnému rozvíjení plošné robotizace, aplikování umělé inteligence do firemního a podnikového řízení, a také propojení celoplošně s internetem. V důsledku automatizace a robotizace vznikají nové pozice a přeskupení pracovních sil.²

Tato práce se zabývá vybranými moderními technologiemi na zvolené střední škole s cílem plnohodnotné přípravy člověka na život a uplatnění jak pro něj samotného, tak pro členy společnosti. Zájem žáků o zvolené technické obory začíná již na základní škole, neboť samotné technologie rozvíjí manuální dovednosti žáků. Na aplikaci vybraných technologií je v této práci pohlíženo jako na výuku s cílem naučit badatelsky myslet, pracovat a řešit vybrané problémy. Badatelsky orientovaný přístup v této práci je myšlen jako metoda problémového učení aplikovaná v projektové výuce. Tímto způsobem rozvíjíme výzkumné schopnosti pozorování, vyvozování, klasifikování, měření, komunikace.³

Uvedená střední škola, jež je místem realizace této práce si je plně vědoma nastupujících technologických trendů, a proto se snaží své žáky připravit na budoucí profesní život a nabídnout obsah vzdělání pomocí technologických řešení, které jsou aktuálně využívány a jejíž znalostí je pro absolventa takové školy (oboru) konkurenční výhodou.

¹ DOSTÁL, J., KOŽUCHOVÁ M. *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. 211 s. Monografie. ISBN 978-80-244-4913-5.

² DOSTÁL, J. a kol. *Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 273 s. Monografie. ISBN 978-80-244-5238-8.

³ DOSTÁL, J., KOŽUCHOVÁ M. *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. 211 s. Monografie. ISBN 978-80-244-4913-5.

V rámci výuky strojírenských oborů se vybraná škola věnuje CNC technice, technologií výroby, počítačovému konstruování, počítačové grafice, metrologii a řízení jakosti. Tento obor nabízí prostřednictvím svých předmětů možnost seznámit žáky s různými technologiemi, z nichž byly vybrány následující pro podrobnější popis a praktickou ukázkou. Autor této práce zvolil vybrané návrhy z důvodu filozofie vzdělávání dané školy, která chce držet krok a nabízet žákům možnosti, které jsou na trhu práce.

Vybrané moderní technologie využívané pro podporu výuky strojírenských oborů:

- RangeVision Smart 3D skener,
- Měřicí rameno FARO Arm Fusion,
- Výuková robotická sada LEGO Mindstorms Education EV3,
- Výuková robotická sada Robotics Competition Set.

1.1 Technické vzdělání

Na rozvoj vzdělávání má vliv příprava budoucích učitelů a oborové didaktiky včetně proměn technického vzdělávání. Požadavky na vzdělávání jsou dále ovlivněny podmínkami společnosti – úvahy o významu vzdělávání. Strategie technického vzdělávání se orientuje na osvojení kompetencí žáka (vlastní činnost s technikou – poznávání objektů). Vzdělávací postupy jsou realizovány pomocí problémových situací, potenciálem je rozvíjet žákovo myšlení.⁴

Produktem strategie technického vzdělání je aplikace infromatických znalostí v technické nebo technologické oblasti. Neměla by být opomíjena motivace a uspokojení ze zhotoveného výrobku. Elektrotechnické stavebnice jsou didaktickými prostředky k dosažení cílů technického vzdělání. S pomocí těchto stavebnic je možné rozvíjet vhodným způsobem technickou tvořivost žáků. Takový experiment je významný ve výuce, protože využívá fyzikální, matematické, chemické, technické a další poznatky. Tím naplňuje mezipředmětové vazby a podporuje tak rozvoj zájmu mladé generace v této oblasti.⁵

⁴ DOSTÁL, J. a kol. *Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 273 s. Monografie. ISBN 978-80-244-5238-8.

⁵ DOSTÁL, J. *Elektrotechnické stavebnice a jejich význam pro vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 131 s. Monografie. ISBN 978-80-244-4665-3

Učební proces technických předmětů je oblast zájmu oborové didaktiky. Je třeba systémového přístupu, jehož podstatou je zkoumání jevu jako část celku. Systém oborové didaktiky je tvořen souhrnem prvků, které vytvářejí jednotný učební proces, na kterém se účastní učitel (vyučování) a žáci (učení).⁶

1.2 Projektová výuka

Jednou z možností, jak žáky prakticky seznámit s moderními technologiemi je projektová výuka. Zavádění projektů do výuky přinesl systém sebevzdělávání 21. století.⁷ S tím souvisí i důraz kladený na žáka a jeho rozvoj, nikoliv na učivo. Cílem je vybavit žáka dosažitelnou úrovní klíčových kompetencí a připravit ho tak na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti (konstruktivistické přístupy, aktivní učení, objevování, konstruování vlastních poznatků,...). V projektové výuce ustupuje do pozadí učitel a širší prostor je vymezen pro žáka a pro komunikaci mezi žáky vzájemně.⁸

Projekt – jasně navržený a zdánlivě životně důležitý úkol pro žáka, který se přibližuje lidské životní činnosti. Projekt musí mít vždy stanovený určitý praktický cíl a zahrnovat uspokojivá zakončení. Jádrem je úkol – problém souborného charakteru. Projekt je soustředěn k dané ideji. Žák získává nové zkušenosti, tím že zapojí celou svou osobnost při řešení a nese odpovědnost za něj.⁹

Projektová metoda – vyučovací metoda, ve které jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování projektů čímž získají praktickou zkušenost s činností a experimentováním. Projekty mohou být zaměřeny na problémy přímo ze životní reality nebo praktické činnosti, které vedou k vytvoření reálného výrobku.¹⁰ Na projektovou metodu je potřeba pohlížet jako na uspořádaný systém činností žáků a učitele. Učební aktivity žáků by měly mít převládající roli, činnost učitele má funkci podporující a poradenskou. Učitel i žáci společně směřují k danému cíli a v zájmu zachování smyslu projektu. Na projektové metodě je založena projektová výuka. Při projektovém vyučování si žáci volí téma a sami si k němu vyhledávají

⁶ KROPÁČ, J. *Didaktika technických předmětů: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004. 223 s. Skripta. ISBN 80-244-0848-1.

⁷ ERYCH, L. a kol. *Priority pro českou vzdělávací politiku: mimořádné zasedání Výboru pro vzdělávání OECD v Praze 26.-24.4.1999*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 1999. 51 s. ISBN 80-211-0330-2.

⁸ SPILKOVÁ, V. Proměna školy jako výzva pro učitelské vzdělávání – klíčové trendy ve výuce didaktiky In *Didaktika - opora proměn výuky*. Sborník příspěvků z celostátní konference s mezinárodní účastí, Hradec Králové: Gaudeamus, 2004, 119 s. ISBN 8070414987.

⁹ KALHOUS, Z. a kol. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4

¹⁰ PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 7. vyd. Praha: Portál, 2013. 395 s. ISBN 978-80-262-0403-9.

informační zdroje a materiály.¹¹ Projekt je rozfázován na čtyři úseky: cíl (záměr), plán, realizace, hodnocení.¹²

Jednotlivé návrhy a realizace projektů na zvolená řešení z robotických sad (LEGO Mindstorms EV3 a Robotics Competition Set) a skenovacích zařízení (FARO Arm Fusion a RangeVision Smart 3D skener) jsou uvedeny v praktické části této práce.

¹¹ VALENTA, J. *Pohledy: Projektová metoda ve škole a za školou*. 1. vyd. Praha: IPOS ARTAMA, 1993. 61 s. ISBN 80-7068-066-0.

¹² KALHOUS, Z. a kol. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4

2 VÝUKOVÉ ROBOTICKÉ SADY

Na trhu jsou k dispozici různé robotické sady, např:

- LEGO
 - MINDSTORMS EV3 – základní souprava
 - MINDSTORMS NXT – doplňková souprava
 - EDUCATION SPIKE a jiné
- MERKUR
 - MINI SUMO GX07
 - ROBOTICKÝ SLÍDIL ALFA RC-ATMEL
 - RC SPIDER
 - ROBOTICKÁ RUKA a jiné
- FISHER TECHNIK
 - ROBOTICS COMPETITION SET

Tyto sady jsou využitelné pro školní prostředí – kroužek robotiky, školní předmět robotika. Práce se blíže zaměřuje na práci s robotickými sadami Robotics Competition Set od firmy Fishertechnik a sadou MINDSTORMS EV3 Education od firmy LEGO.

2.1 MINDSTORMS EV3 Education

LEGO® a jeho robotická výuková sada MINDSTORMS® EV3 Education podporuje vzdělávání cestou zábavných činností, otevírá cestu ke zkvalitnění učení se v robotice, základům programování a přírodním vědám. Základním prvkem je programovatelná EV3 kostka s jejíž pomocí lze ovládat připojené motory, senzory i bezdrátovou komunikaci. Jejich použití si uživatel sám může zvolit. Software této výukové sady umožňuje snadný přístup k záznamu dat a programování. Uživatel může snadno sestavit, naprogramovat a spustit robota i bez předchozích znalostí s pomocí vzdělávací mise Robot Educator. Ikonografické prostředí dává možnost experimentům a vědeckým bádáním. Součástí této sestavy je i metodický materiál, který obsahuje i operativní servis.¹³

¹³ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

Obr. 1 - Robotická sada Mindstorms EV3¹⁴

2.1.1 Software pro MINDSTORMS Education EV3

Software pro LEGO MINDSTORMS Education EV3 lze stáhnout bezplatně ze stránek <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software>, kde velikost instalačního souboru je cca 655 MB pro zvolený operační systém Windows 7, 8.1, 10. Pro ostatní typ operačních systémů se velikost souboru bude lišit. Uváděné minimální systémové požadavky jsou:

- OS Windows: XP, Vista, 7, 8 ve 32 a 64 bit.
- OS Macintosh: Mac 10.6, 10.7, 10.8
- Min.: 2 GB RAM, 1,5 GHz procesor, rozlišení obrazovky 1024x600
- Instalace: min. Silverlight 5.0, Microsoft Dot Net 4.0¹⁵

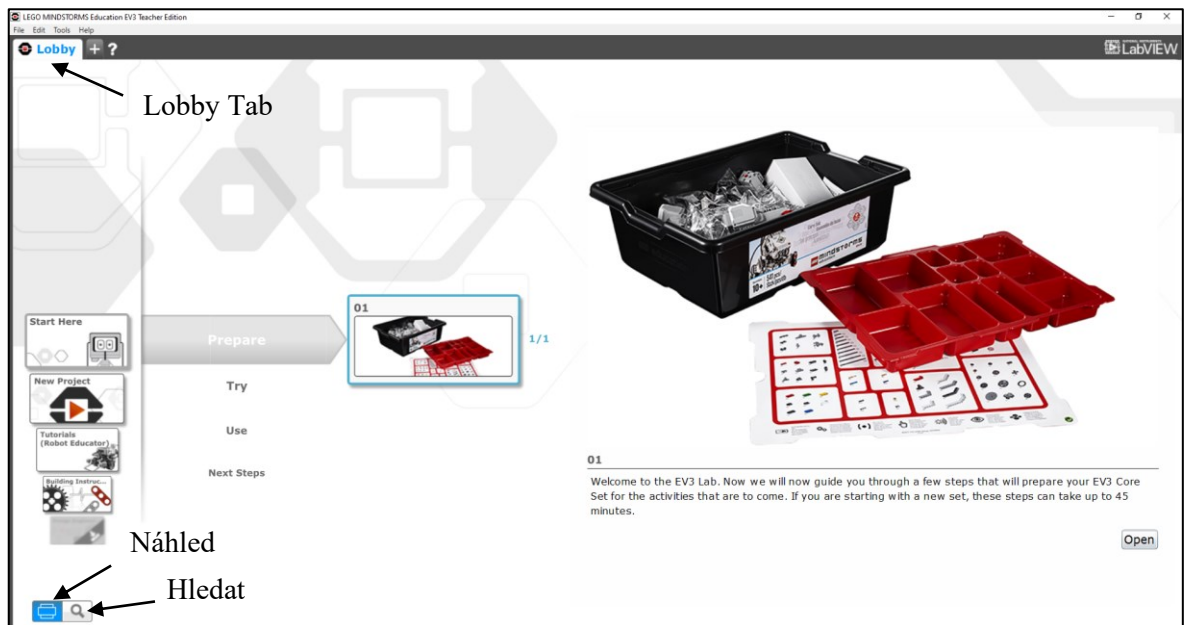
Při instalaci je uživatel vyzván k volbě, zda instalovat tzv. studentskou nebo učitelskou verzi. V této práci je používána učitelská verze, která oproti studentské rozšiřuje informace a podporu pro žáky.

Po spuštění softwaru se zobrazí hlavní obrazovka tzv. Lobby, nabídku obsahující položky „File“, „Edit“, „Tools“ a „Help“. Hlavní obrazovka je rozdělena na části dle obrázku níže. Okno přehledu aktivit zahrnuje tyto položky: instrukce pro základní modely a rychlý start

¹⁴ 45560 LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Doplnková souprava [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/resize/e/1200/1200/files/les/45560.jpg>

¹⁵ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

(krátké video a uživatelská příručka), manažer souborů (spouští nové nebo již vytvořené soubory), Robot Educator zahrnuje informace jednotlivých kroků při práci s EV3¹⁶



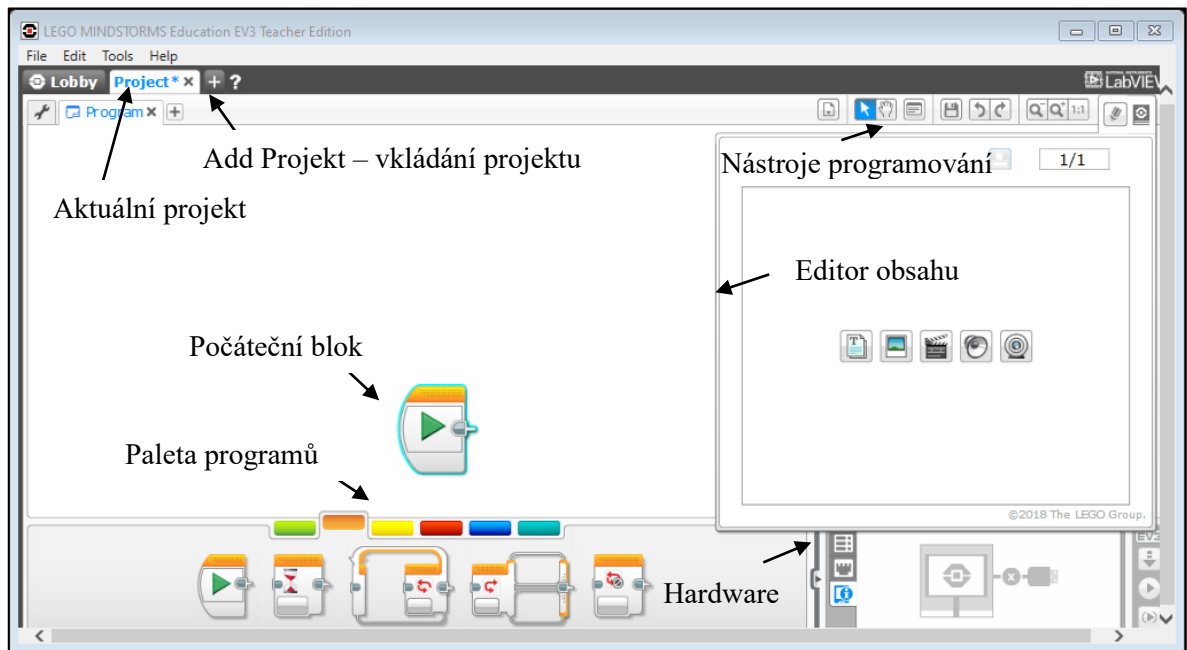
Obr. 2 - Úvodní obrazovka LEGO MINDSTORMS Education EV3.¹⁷

¹⁶ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

¹⁷ Zdroj: vlastní

Uživatelské rozhraní programu

Orientace v uživatelském rozhraní softwaru MINDSTORMS EV3 je představen v následujícím obrázku.



Obr. 3 - Popis uživatelského rozhraní¹⁸

Vytvoření nového projektu

Začneme stisknutím tlačítka „+“ (Add Projekt) nebo z nabídky „File“ vybereme volbu „New Project“ a dále „Program“. V pravém horním rohu jsou Nástroje programování, které po najetí kurzoru myši zobrazí svou funkci. Barevně rozlišené palety programů sdružují programové bloky téhož rysu.¹⁹

Druhy palet programů:

- Zelená paleta – aktivita výstupních portů (displej, kostka a její zvukový výstup, podsvětlení tlačítek, servomotory),
- Oranžová paleta – řízení struktury programu (začátek, přerušení, smyčka, větvení, cyklus),

¹⁸ Zdroj: vlastní

¹⁹ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

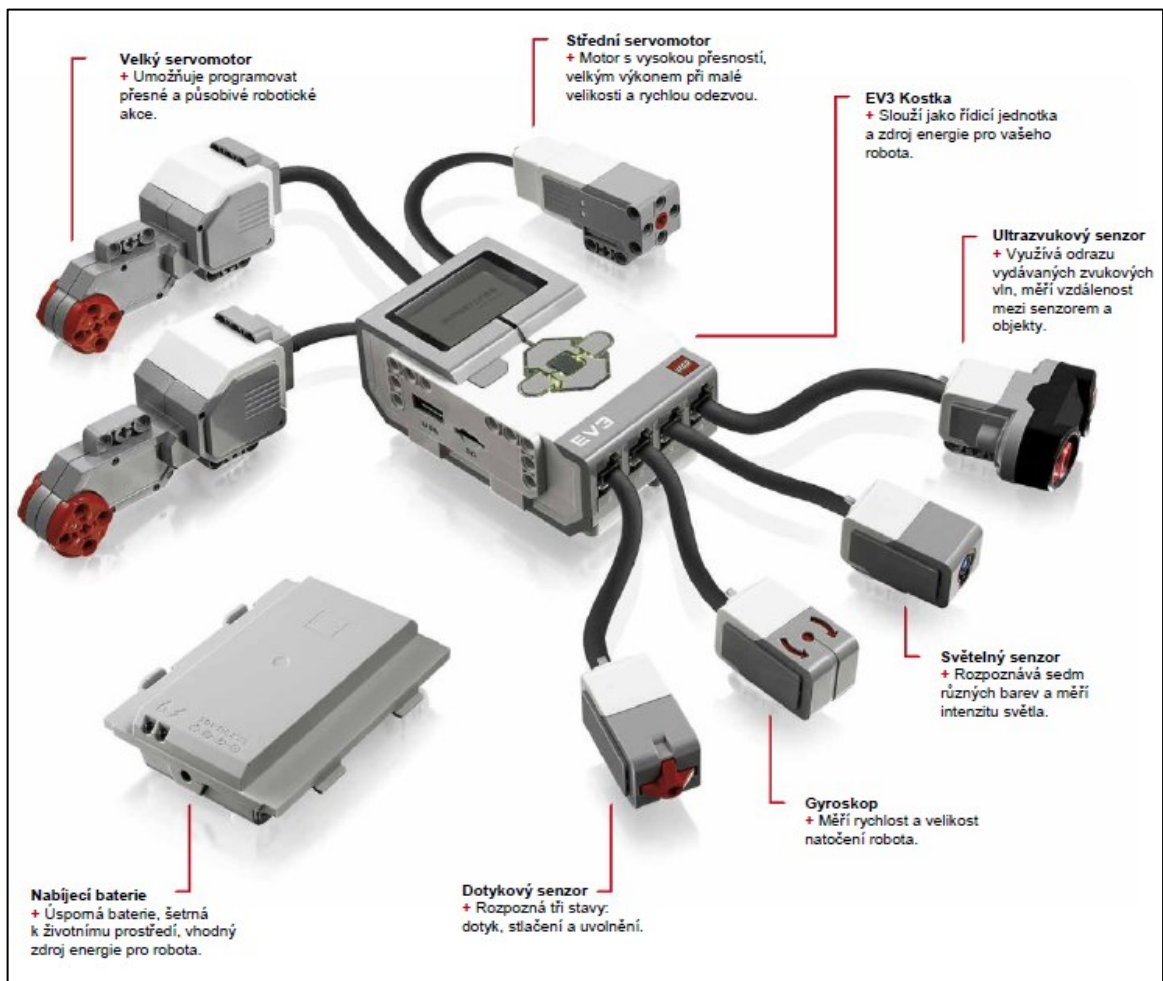
- Žlutá paleta – vstupní senzory (světelné senzory, gyroskop, otáčení servomotoru, časovač, dotykový senzor, ...),
- Červená paleta – operace s daty (proměnné, konstanty, operace pole, porovnání, ...)
- Modrá paleta – rozšíření nabídky funkcí (File Access, Data Logging, Bluetooth connection, ...),
- Azurová paleta – moje bloky (při zahájení vlastního projektu je paleta prázdná).²⁰

Hardware

Indikace stavu propojení nalezneme v pravém dolním rohu obrazovky. Toto okno zobrazuje uživateli připojené zařízení a indikace stavu připojení pomocí Bluetooth, Wi-Fi či USB kabelem, také obsazené porty a informace o kostce.

²⁰ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

2.1.2 EV3 TECHNOLOGIE – zapojení jednotlivých komponent



Obr. 4 - Zapojení komponent²¹

2.1.3 EV3 TECHNOLOGIE

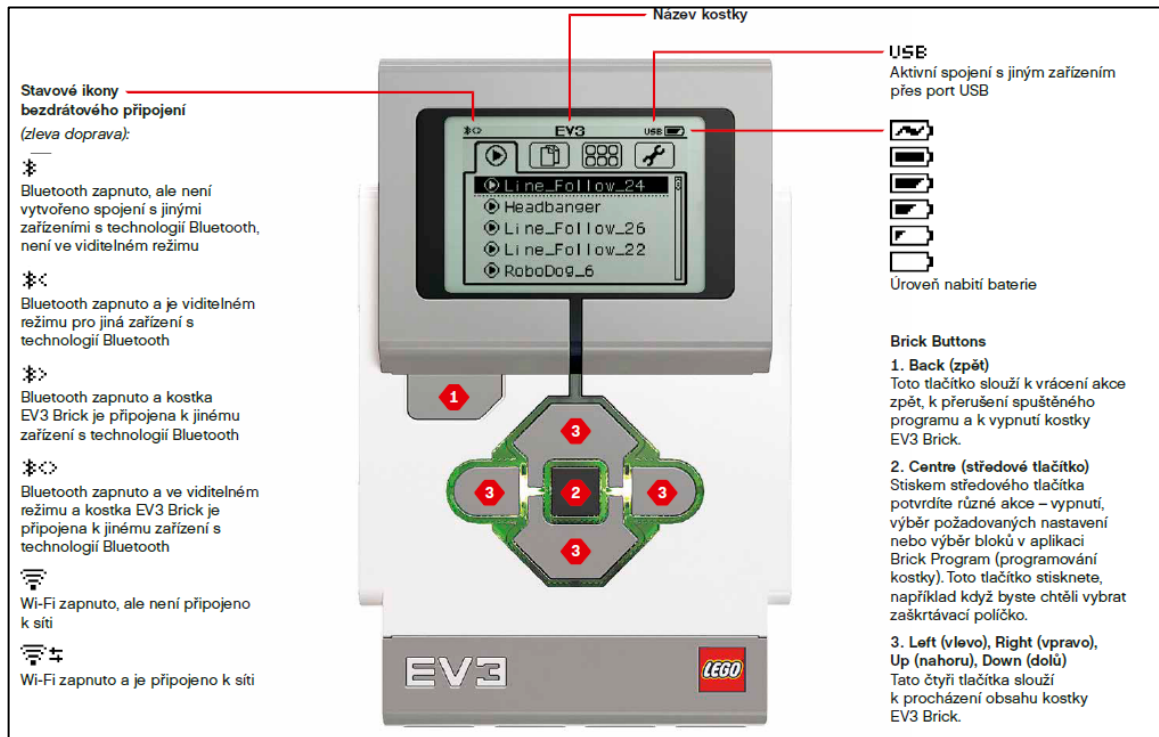
- EV3 Kostka
- Připojení ke kostce
- Uživatelské rozhraní kostky
- Motory
- Senzory

EV3 Kostka

Je zdrojem energie, řídicí a programovatelnou jednotkou pro robota. Jedná se o hlavní část každého modelu, dle programu řídí jeho motory a umožňuje další komunikaci pomocí Bluetooth či Wi-Fi. Kostka se skládá z displeje, který se stará o zobrazení procesů uvnitř kostky

²¹ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

včetně bloků k ovládání kostky. Tlačítka na kostce pak slouží k navigaci v jejím uživatelském rozhraní. Jedná se o tlačítka Zpět, Potvrdit, Vlevo, Vpravo, Nahoru, Dolů, jak zobrazuje obrázek EV3 kostka níže.²²



Obr. 5 - Čelní pohled na kostku²³

To, v jakém stavu (zapnuto, aktualizace, upozornění, připraveno) se v daném momentě zařízení nachází lze poznat pomocí barevné indikace stavu. Např. červená barva indikuje stav, který značí zapnutí, vypínání či aktualizaci kostky. Upozornění či spuštěný program indikuje barva oranžová a zelená stav připravenosti, viz obrázek Indikace stavů.²⁴

²² PARK, E. J. *Lego Mindstorms EV3 stavíme a programujeme roboty*. 1. vyd. Brno Computer Press, 2015. 373 s. ISBN 978-80-251-4385-8.

²³ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

²⁴ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

Obr. 6 - Indikace stavů²⁵

Technická specifikace EV3 kostky je následující:

- 16 MB paměť flash
- 64 MB paměť ram
- Mikroprocesor ARM9 300 Mhz
- Použitý operační systém Linux
- Komunikace USB 2.0 s hostitelským PC rychlostí až 480 Mbit/s
- Komunikace USB 1.1 s hostitelským zařízením rychlostí až 12 Mbit/s
- microSD karta do 32 GB s podporou SDHC formátu
- Porty pro motory, senzory propojitelné pomocí RJ12 konektorů
- Auto ID funkce
- Napájení pomocí 6 tužkových baterií AA nebo nabíjecí EV3 baterie²⁶

Pravá a levá strana EV3 kostky. Obrázek vlevo zobrazuje reproduktor, sloužící k přehrávání zvuků, různých efektů. Obrázek vpravo pak znázorňuje hostitelský USB port, použitelný např. pro USB Wi-Fi adaptér a port pro externí microSD kartu, kterou lze navýšit paměťovou kapacitu až na 32 GB.²⁷

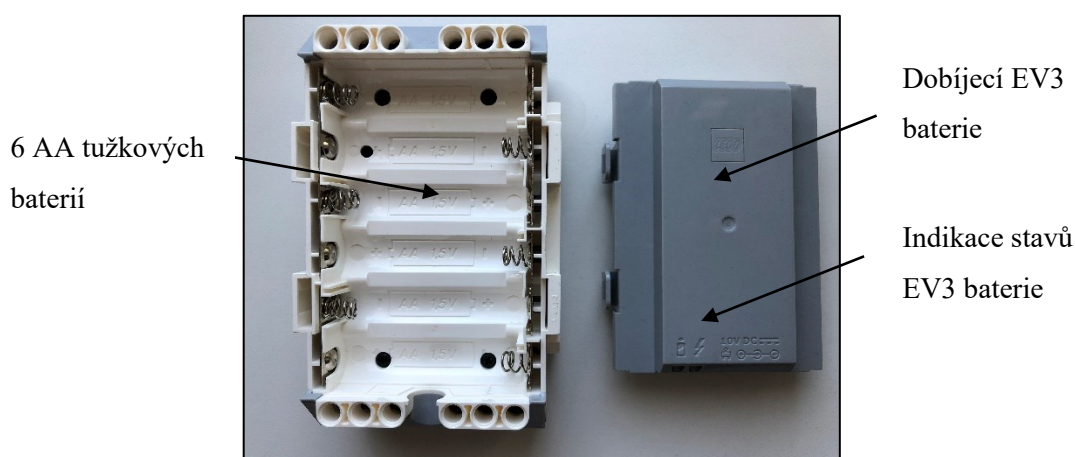
²⁵ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

²⁶ PARK, E. J. *Lego Mindstorms EV3 stavíme a programujeme roboty*. 1. vyd. Brno Computer Press, 2015. 373 s. ISBN 978-80-251-4385-8.

²⁷ PARK, E. J. *Lego Mindstorms EV3 stavíme a programujeme roboty*. 1. vyd. Brno Computer Press, 2015. 373 s. ISBN 978-80-251-4385-8.

Obr. 7 - Pravá a levá boční strana²⁸

Ke kostce je připevněna odnímatelná nabíjecí EV3 baterie, která je lepším řešením než varianta se 6 tužkovými AA bateriemi (při této variantě je po vybití kostku znovu rozebrat). Pokud je baterie vybitá, je tento stav baterie indikován světelnou kontrolkou červené barvy, po opětovném nabití se stav baterie indikuje kontrolkou zelené barvy. Pro rychlejší možnost další práce s EV3 kostkou se doporučuje s ní během nabíjecího procesu nepracovat (při práci během nabíjení se doba nabíjení prodlužuje).^{29 30}

Obr. 8 - Odnímatelný kryt baterie³¹

Spuštění EV3 kostky je realizováno prostředním tlačítkem, které spouští startovací sekvenci (spouštění červená barva tlačítka, stav připravenosti zelená barva tlačítka) jako na obrázku indikace stavů.³²

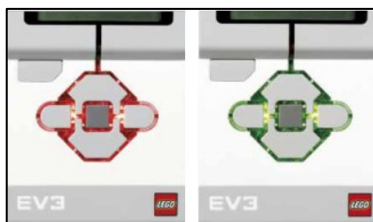
²⁸ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

²⁹ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

³⁰ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

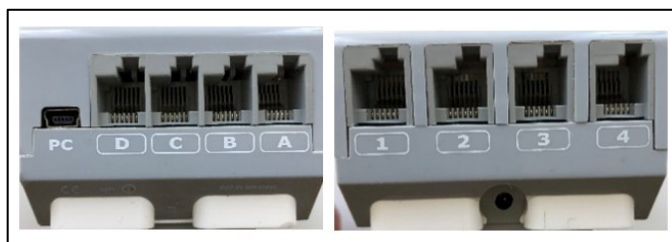
³¹ Zdroj: Vlastní

³² HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

Obr. 9 - Indikace stavů³³

Připojení k EV3 kostce

Pro připojení jednotlivých komponent k EV3 kostce slouží porty nacházející se na spodní a horní straně kostky. Porty s označením A, B, C, D slouží k připojení servomotorů (port A – střední servomotor, port B a C – velký servomotor, port D – velký servomotor), porty s číselným označením pak k připojení senzorů (port 1 – dotykový senzor, port 2 – gyroskop, port 3 – světelný senzor, port 4 – infračervený senzor).³⁴

Obr. 10 - Výstupní / vstupní porty³⁵

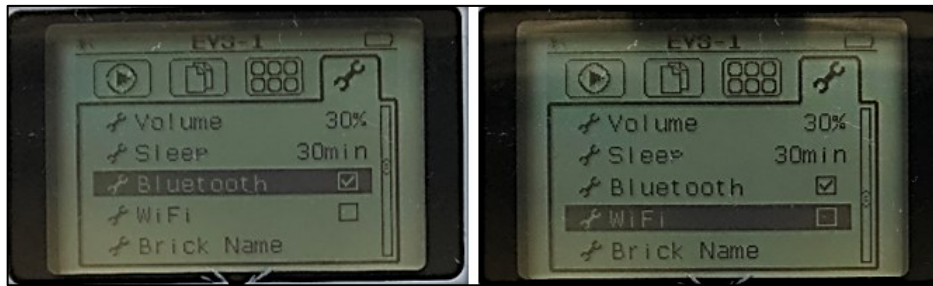
Pomocí mini-USB kabelu slouží připojení EV3 kostky pomocí portu D k počítači, lze ji připojit i prostřednictvím Wi-Fi či Bluetooth. Pro Bluetooth připojení EV3 kostky a počítače se na kostce v nastavení zvolí volba Bluetooth, v případě Wi-Fi připojení položka Wi-Fi, jak ukazuje obrázek níže.³⁶

³³ Zdroj: Vlastní

³⁴ JAŠEK, R., SEDLÁČEK, M. *Laboratoř oboru - učitelství informatiky pro střední školy* [online]. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016 [cit. 2020-07-20]. ISBN 978-80-7454-624-1.

³⁵ Zdroj: Vlastní

³⁶ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

Obr. 11 - Bluetooth, Wi-Fi³⁷

Uživatelské rozhraní

Je řídicí a programovatelnou jednotkou pro robota, kterou lze pomocí tlačítka procházet grafické uživatelské rozhraní, které se zobrazuje na displeji. Uživatelské rozhraní disponuje 4 nabídkami („Run Recent“ – naposledy spuštěné, „File Navigation“ – procházení souborů, „Application“ – aplikace, „Setup“ – nastavení).

Run Recent – zobrazení seznamu naposledy použitých (spuštěných) programů, pokud dosud nebyl žádný program spuštěn, zůstane seznam prázdný.³⁸

File Navigation – pomocí této volby lze manipulovat se soubory, které jsou na externí kartě či přímo v kostce. Pokud uživatel vytváří program přímo pomocí EV3 kostky, jsou tyto uloženy pomocí položky BrkProg_SAVE, BrkDL_SAVE.³⁹

Application – pod touto třetí volbou je k dispozici pět předinstalovaných aplikací:

- Port View sloužící k přehledu v daný moment připojených servomotorů či senzorů,
- Motor Control pro ovládání servomotorů dopředu/dozadu, které jsou připojeny,
- IR Control pro ovládání servomotorů, kde IR ovladač zastává práci dálkového ovladače a IR senzor přijímače,
- Brick Program je vestavěná aplikace určená pro programování přímo pomocí kostky bez použití softwaru LEGO MINDSTORMS Education EV3 používaném v počítači,
- Brick Datalog slouží ke spuštění a nastavení experimentu. Nastavuje se zde vzorkovací frekvence, volba senzoru. Spuštění je provedeno volbou „Record“ (záznam).

³⁷ Zdroj: Vlastní

³⁸ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

³⁹ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

Do grafu a jeho souřadnicích jsou pak vykresleny hodnoty z daných senzorů a na boku grafu statistika daného experimentu.⁴⁰

Setup – obsahuje volby pro nastavení hlasitosti, spánku (při době nečinnosti), připojení pomocí Bluetooth a Wi-Fi, pojmenování kostky (např. uživatel_1) a informace o konkrétní kostce jako použitý firmware, hardware, id, volná paměť.⁴¹

Motory

1. **Servomotor velký** – jedná se o inteligentní jednotku, sloužící k přesnému ovládní s pomocí integrovaného rotačního senzoru. Určuje pohyb a jeho koordinaci (až 170 ot./min.). Stavebnice obsahuje dva velké servomotory.
2. **Servomotor střední** – oproti velkému servomotoru je lehčí a menší. Jeho výhodou je rychlá reakce (až 250 ot./min.). Stavebnice obsahuje jeden střední servomotor.⁴²

Senzory

1. **Senzor světelný** – při použití senzoru se doporučuje tento používat kolmo k povrchu, kvůli vyšší přesnosti. Tři režimy: barevný, intenzity odraženého a okolního světla:
 - a. Barevný – senzor umí rozpoznat 7 barev s možností programování robota na identifikaci těchto barev,
 - b. Intenzita odraženého světla – funguje na principu měření intenzity červeného odraženého světla (stupnice 0 tmavá až 100 světlá) ze zdroje v místě pod objektivem. Lze využít např. k programování robota podle detekce barvy povrchu,
 - c. Intenzita okolního světla – funguje na principu světla jdoucího do objektivu z okolí (např. z lampy, slunce). Používá stupnici jako u režimu odraženého světla. Lze využít např. k programování robota podle detekce okolního světla k zapnutí/vynutí rádia, budíku apod.
2. **Senzor dotkový** – detekuje stisknutí a uvolnění červeného tlačítka (programování: stisk, uvolnění a náraz). S pomocí senzoru lze robota naprogramovat tak, aby reagoval na doteky s okolním prostředím,

⁴⁰ PARK, E. J. *Lego Mindstorms EV3: stavíme a programujeme roboty*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2015. 373 s. ISBN 978-80-251-4385-8.

⁴¹ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

⁴²MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

3. **Senzor ultrazvukový** – slouží k detekci překážky a umožňuje zastavení ve stanovené vzdálenosti (maximálně do 250 cm), která se udává v palcích (1 palec = 2,54 cm) nebo centimetrech. Senzor umí změřit, zaznamenat objekty díky odrazu zvukových vysokofrekvenčních vln (pro člověka neslyšitelných), které vysílá. S pomocí senzoru lze robota naprogramovat tak, aby se dokázali vyhnout překážkám stojícím v jejich cestě,
4. **Gyroskop** – senzor pracující v jedné ose, sloužící k natáčení robota ve stupních. Přesnost pro 90° úhel natočení je $\pm 3^\circ$.^{43 44}

2.2 Robotics Competition Set

Robotocs Competition Set od Fischertechnik nabízí uživatelům možnosti rozvíjet se v programování zábavnou cestou. Pro školy, univerzity a další vzdělávací instituce je možné účastnit se robotických soutěží po celém světě (např. RoboCup Junior a další). Pomocí projektového učení mohou studenti prozkoumávat robotiku. Původní myšlenka robotického vozítka - pásového pohonu byla určena ke zmapování obtížně dostupného terénu, např. úzké šachty, stísněné komory, ... Stěžejním prvkem této sady je TXT Controller (řídící jednotka), díky ní lze ovládat připojené komponenty (motory, senzory, ...). Uživatel dle možností stavebnice a přehledného návodu, který je součástí sestavuje robotické sestavy od simulace ventilátoru, kontrolor teploty až po různé typy vozítek (s ozubenými koly nebo pásem).⁴⁵

⁴³ HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

⁴⁴ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>

⁴⁵ ROBOT TX Explorer Activity Booklet [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-explorer/txt-explorer_es.ashx

Obr. 12 - Robotocs Competition Set⁴⁶

2.2.1 Software pro Robotics Competition Set

Software pro Robotics Competition Set je dodáván na CD disku, který je součástí zakoupeného balení. Samostatně lze stáhnout pouze některé informace např. technických datech jednotlivých součástí sady jako jsou senzory, USB kamera, motory,...

Systémové požadavky pro instalaci softwaru ROBO Pro jsou:

- PC s Windows XP, Vista, 7 nebo novější.
- dostupné USB rozhraní pro připojení ROBOTICS TXT Controlleru, ROBO TX Controlleru nebo ROBO Interface,
- Adobe Acrobat Reader pro zobrazení uživatelské příručky ROBOTICS TXT Controller a informativní doprovodné dokumentace pro různé stavební sady ROBOTICS.⁴⁷

Instalace softwaru

Ovladač by měl být připojen k počítači pouze po úspěšné instalaci softwaru ROBO Pro. Zahájení instalace se po vložení instalačního disku CD do jednotky CD-ROM se spustí automaticky, v opačném případě může být spuštěna ručně pomocí "Setup.msi" na disku CD. Dále se stačí řídit informacemi o průběhu.

⁴⁶ 519143 – ROBOTICS TXT COMPETITION SET [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.helago-cz.cz/files/thumbs/mod_eshop/produkty/146560-txt-31846.217084881.jpg

⁴⁷ Fischertechnik 93296 ROBO Pro Software for Windows [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <http://www.stavebniceprochytredeti.cz/cs/fischertechnik-93296-robo-pro-software-for-windows-33.html>

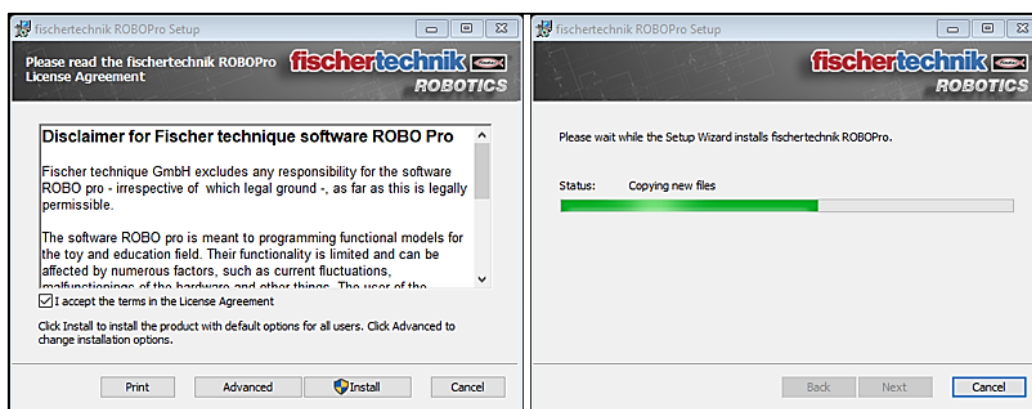
Obr. 13 - Instalační soubor a následné zahájení instalace⁴⁸

Následující okno Licenční smlouva zobrazuje licenční smlouvu ROBO Pro. Chcete-li smlouvu přijmout, musíte kliknout na tlačítko „I accept the terms in the License Agreement“, než budete moci pokračovat dalším oknem pomocí tlačítka „Install“.

Dva druhy volby instalace:

Při volbě typu instalace „Advanced“ můžete vybrat složku nebo cestu k adresáři, kam chcete program ROBO Pro nainstalovat. Obvykle to bude cesta C:\Program Files (x86)\ROBOPO. Můžete však také zadat jiný adresář.

Standardní instalace s výchozím nastavením adresáře C:\Program Files (x86)\ROBOPO se provede volbou „Install“.

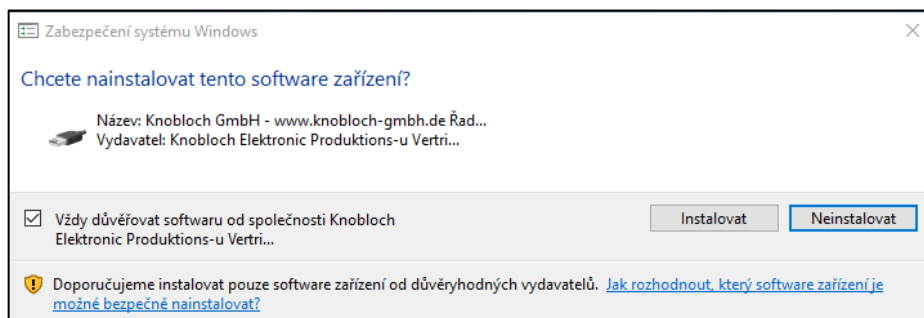
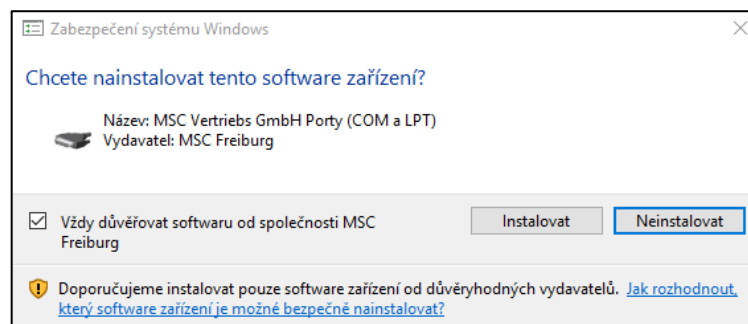
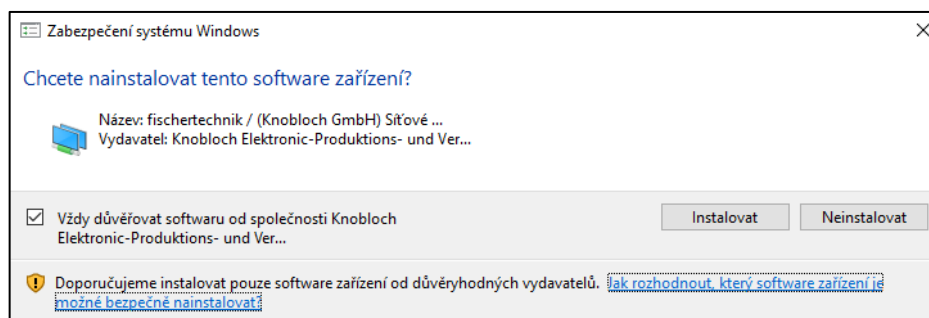
Obr. 14 - Licenční ujednání a následné kopírování⁴⁹

Jakmile je instalace dokončena, program oznamuje úspěšnou instalaci. Pokud se vyskytnou problémy, zobrazí se chybové hlášení, které uživateli pomůže problém vyřešit. Po úspěšné

⁴⁸ Zdroj: Vlastní

⁴⁹ Zdroj: Vlastní

instalaci ROBO Pro se automaticky spustí instalační proces USB driveru. Tento krok proběhne automaticky, pokud je po dokončení instalace softwaru ROBO Pro připojen ROBOTICS TXT Controller, ROBO TX Controller nebo ROBO Interface. Ovladač USB může instalovat pouze uživatel s oprávněními správce systému. V opačném případě nebude rozhraní fungovat přes USB. Aby bylo možné nainstalovat USB ovladač, musí být nejprve připojen ROBOTICS TXT řadič, ROBO TX Controller nebo ROBO rozhraní s USB kabelem k počítači a napájet jej. Systém Windows automaticky rozpozná, že je rozhraní připojeno a zobrazuje různé zprávy v závislosti na verzi operačního systému, viz obrázky níže.

Obr. 15 - Instalace dodatečných ovladačů_1⁵⁰Obr. 16 - Instalace dodatečných ovladačů_2⁵¹Obr. 17 - Instalace dodatečných ovladačů_3⁵²

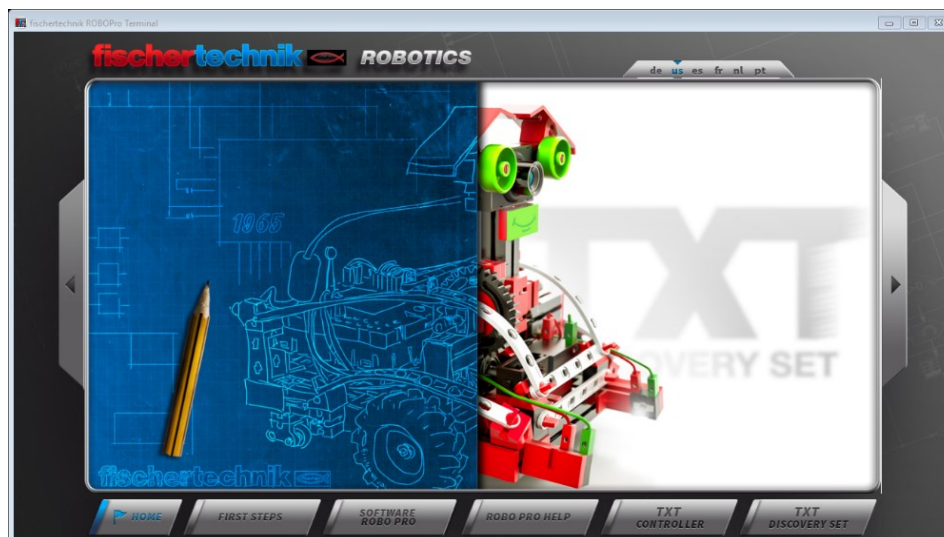
⁵⁰ Zdroj: Vlastní

⁵¹ Zdroj: Vlastní

⁵² Zdroj: Vlastní

Při instalaci na operační systém Windows 10, proběhla instalace veškerých součástí automaticky (bez nutnosti připojení dalších zařízení během instalačního procesu).

Úvodní obrazovka programu Fischertechnik ROBOTICS Terminal (**app.exe**)



Obr. 18 - Úvodní obrazovka programu⁵³



Obr. 19 - Nabídka možností úvodní obrazovky⁵⁴

Z úvodní obrazovky (Obr. 19) je umožněno pomocí odkazů ve spodní části, prozkoumat možnosti sady.

„**First steps**“ je úvodní vstup pomocí krátkého videa demonstrující, jak zapojit řídicí jednotku ke zdroji (dobíjecímu) napájení včetně počítače.

„**Software ROBO Pro**“ spouští samotné uživatelské prostředí programu, jak ukazuje obr. 19. Kromě možnosti tvořit vlastní program pomocí programových komponent, používat podprogramy a nastavovat rozhraní pro připojení. Lze využít nastavit (záložka „Level“) práci s jednotlivými komponentami dle úrovně znalostí uživatele (Level 1: Beginners, Level 2: Subprograms, Level 3: Variables, Level 4: Custom commands, Level 5: Objects), přičemž každá volba modifikuje levý panel „Program elements“ hlavní obrazovky.

„**Robo Pro Help**“ představuje stručnou nápovědu, převážně k popisu částí pro jednotlivé úrovně obtížnosti.

⁵³ Zdroj: Vlastní

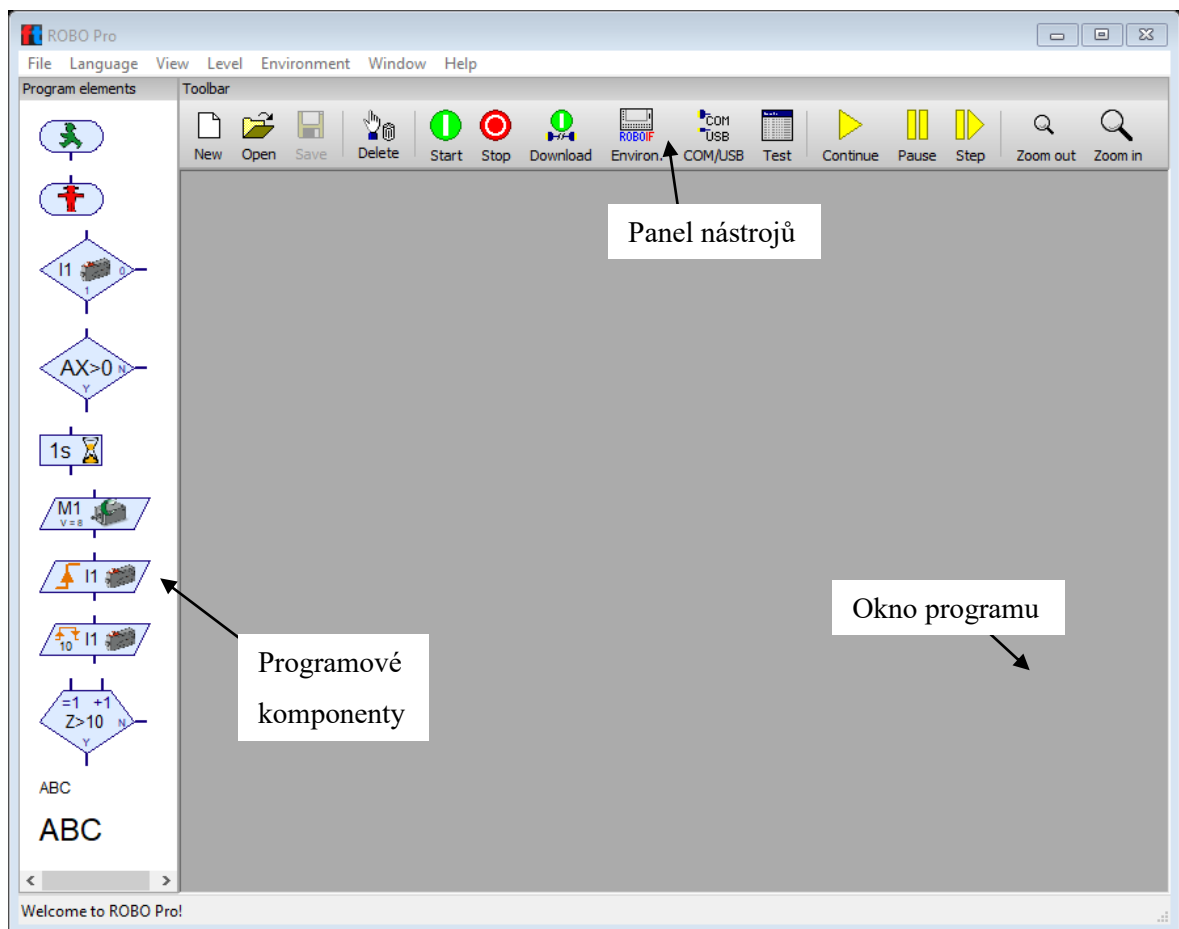
⁵⁴ Zdroj: Vlastní

„TXT Controller“ jsou informace k řídicí jednotce, popis uživatelského rozhraní, technických dat.

„TXT Discovery Set“ představuje 14 ukázkových modelů včetně ukázkových kódů.

Uživatelské rozhraní programu

Úvodní obrazovka programu po spuštění programu ROBOPro.

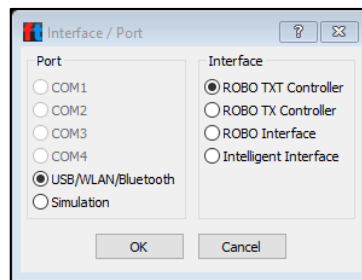
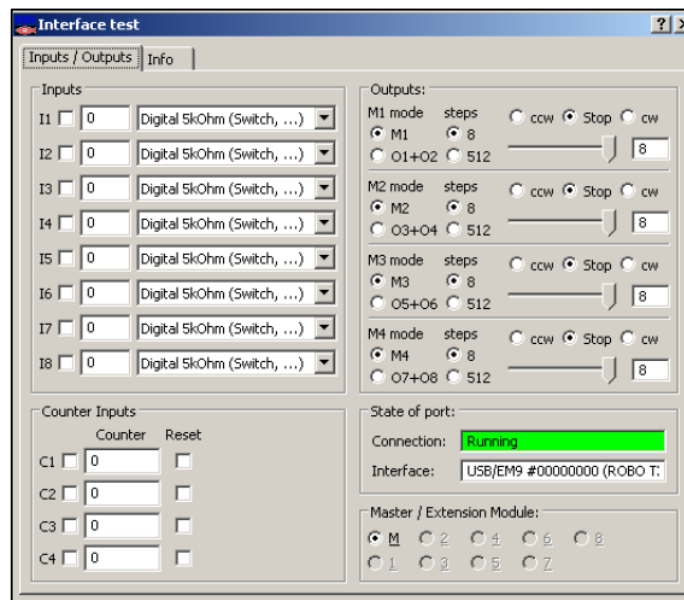


Obr. 20 - Úvodní obrazovka – ROBO Pro⁵⁵

Rozhraní řídicí jednotky musí být připojeno k počítači, abychom mohli testovat své programy, které budeme tvořit pomocí robotické sady. Rozhraní jsou celkem tři (ROBOTICS TXT Controller, ROBO TX Controller nebo ROBO – Interface) a vždy otestujeme to, které hodláme použít. V závislosti na použitém rozhraní musí být také provedeno a otestováno odpovídající nastavení připojení daného rozhraní (USB, Bluetooth,...). Realizace připojení pomocí USB portu k rozhraní řídicí kostky ROBOTICS TXT otestujeme pomocí ikony „Set

⁵⁵ Zdroj: Vlastní

Interface port options“ (Obr. - 21 rozhraní). Po výběru odpovídajícího nastavení, potvrdíme tlačítkem „OK“. Napravo od ikony „Set Interface port options“ se nachází ikona „Test interface“, která má za úkol otestovat spojení. Obr. 22 - Test rozhraní, ukazuje vstupy a výstupy, které jsou k dispozici pomocí daného rozhraní. Indikace zelené barvy značí, že zařízení je připojeno.

Obr. 21 - Rozhraní⁵⁶Obr. 22 - Test rozhraní⁵⁷

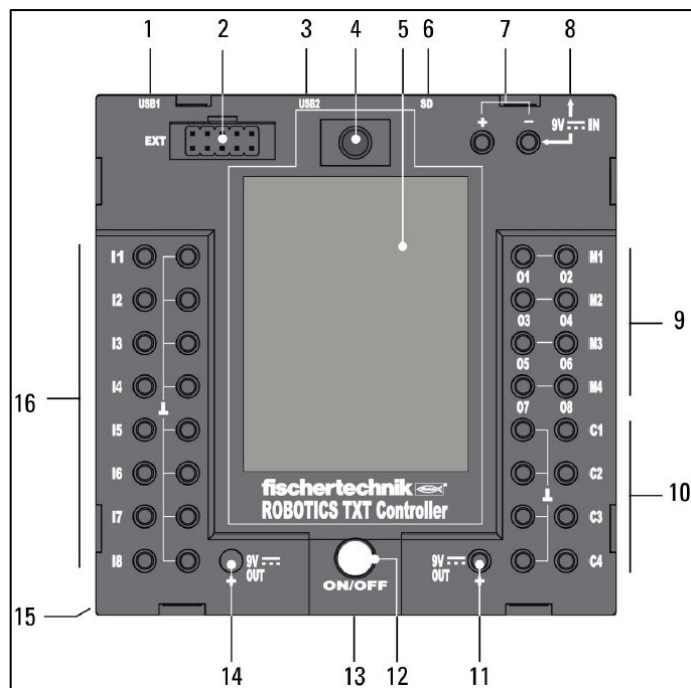
2.2.2 Robotics Competition Set – zapojení jednotlivých komponent

- Robotics TXT Controller
- Pohon
- Senzory
- Uživatelské rozhraní Robotics TXT Controller

⁵⁶ Zdroj: Vlastní

⁵⁷ Zdroj: Vlastní

Robotics TXT Controller

Obr. 23 - Řídící jednotka⁵⁸

- 1 – port USB-1 pro připojení např. USB kamery
- 2 – zahrnuje rozhraní I²C pro připojení dalších rozšiřujících modulů
- 3 – mini USB port 2.0, kompatibilní s USB 1.1. Slouží k propojení k počítači.
- 4 – IR přijímací dioda. Přijímá signály z vysílače (např. ovládací zařízení – joystick) a umožňuje ovládat modely. Signály jsou pomocí speciálních vstupů načítány do hlavního programu ROBO Pro.
- 5 – barevný dotykový displej umožňující výběr programu a další funkce
- 6 – vstup pro microSD kartu, která není součástí balení
- 7 – připojení k 9V baterii
- 8 – 9V IN DC socket, kterým je napájena napájecí jednotka
- 9 – výstupy pro připojení 4 motorů (M1 – M4) nebo 8 lamp/elektromagnetů (O1 – O8)

⁵⁸ TXT Controller [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zu-lassungen/ft/TXT-Controller_es.pdf

10 – pro záznam vstupů rychlého čítače (až 1 000 impulsů za sek.), např. pro digitální vstupy pro tlačítkové spínače, vstupy C1 – C4

11 – 9V výstup pro senzory (barevný senzor, ultrazvukový senzor, infračervený senzor pro detekci cesty,...)

12 – zapnutí/vypnutí napájecí řídicí jednotky

13 – reproduktor pro přehrání zvuků v řídicí jednotce nebo v paměťové kartě

14 – 9V výstup pro senzory (barevný senzor, ultrazvukový senzor, infračervený senzor pro detekci cesty,...)

15 – prostor pro knoflíkovou baterii CR 2032, které napájí hodiny řídicí jednotky. Baterie je vyměnitelná

16 – univerzální a programem ROBO Pro nastavitelné signálové vstupy (např. pro digitální, infračervené, analogové senzory ...)⁵⁹

Pohon

- K pohonu slouží elektrické motory 2x, které jsou součástí stavebnice, slouží jako pohon pro roboty, vozítka atd. Jedná se o tzv. enkodérové motory, které jsou konstruovány pro napětí devět voltů a proud max. do 0,5 A (ampér).⁶⁰

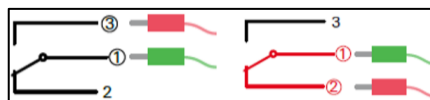
Senzory

Oproti pohonům neprovádí akce, ale jen reagují na vzniklé situace.

- Tlačítkový spínač – během stisknutí červeného tlačítka se spínač mechanicky přepne, aby proud mohl proudit z kontaktu 1 (prostřední kontakt) do kontaktu 3. Současně se přeruší kontakt mezi spoji 1 a 2. Na obrázku dva způsoby užití.

⁵⁹ TXT Controller [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassung/ft/TXT-Controller_es.pdf

⁶⁰ Technical Data sheet encoder motor [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassung/ft/153422-Encodermotor9V.pdf>

Obr. 24 - Tlačítkový spínač⁶¹

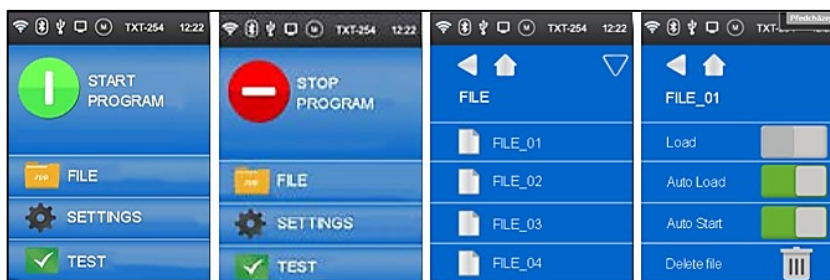
- Světelné senzory (fototranzistory, fotorezistory) – Např. fotorezistor LDR 03 (použití jako indikátor jasu) reaguje na denní světlo. Díky tomu dokáže měnit svou hodnotu odporu.
- Teplotní senzory (odpory NTC) – pomocí teplotních senzorů měříme teploty. Pokud teplota stoupá, hodnota odporu klesá. Pokud naměříme 20 °C, bude mít odpor NTC (negativní teplotní koeficient) hodnotu 1,5 kΩ.
- Barevné senzory – slouží k přenosu červeného světla, které má jinou sílu odrazivosti než jiné barevné povrchy. Fototranzistor následně změří množství odraženého světla a zaznamená jako hodnotu mezi 0 – 10 V. Hodnota je závislá na okolním jasu a vzdálenosti senzoru od barevného povrchu.
- Infračervené senzory (senzory detekce cesty) – jedná se o digitální infračervený senzor, který zaznamenává černou čáru/stopu na bílém pozadí/podkladě pro vzdálenost 5 – 30 mm. Disponuje dvěma vstupy a 9 V výstupem pro připojení.⁶²

Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní řídicí jednotky je pro uživatele díky dotykové obrazovce a přehlednému grafickému zpracování ovládacích částí jednoduché na obsluhu. Při úvodním spuštění uživatele přivítá úvodní obrazovka, která obsahuje položky „File“, „Settings“, „Test“ a ikonku, která barvou indikuje stav programu. Žádný program není spuštěn (zelená indikace ikonkou START PROGRAM), program běží (červená indikace ikonkou STOP PROGRAM). Na obr. 26 je znázorněna tzv. hlavní menu programu. Položka „File“ zobrazuje soubory, které jsou přeneseny z počítače do TXT Controlleru. Následným výběrem položky bude tato spuštěna. Nastavení pro konkrétní soubor, kde může být přepínačem „Load“ nastaveno spuštění tlačítkem „START PROGRAM“

⁶¹ TXT Discovery Set [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-discovery-set/txt-discovery-set_en.ashx

⁶² TXT Discovery Set [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-discovery-set/txt-discovery-set_en.ashx

Obr. 25 - Indikace stavu (hlavní nabídka)⁶³

z hlavní nabídky. V podmenu „File“ přepínač „Auto Load“ načítá automaticky soubor do programové paměti při zapnutém TXT Controlleru. Automatické spuštění programu při zapnutí TXT Controlleru zajišťuje „Auto Start“ přepínač. Druhou položkou hlavního menu je položka „Settings“, která nastavuje jazyk uživatelského rozhraní kostky, nastavení sítě (Bluetooth či Wi-Fi), informace o hardwaru, firmwaru apod. a nastavení role pro TXT Controller („Master“ nebo „Extension“). Horní část řídicí jednotky indikuje jednotlivé stavy nastavení. První položkou je druh připojení – W-Fi, Bluetooth, USB, online mód (tento mód znamená přímé spojení mezi řídicí jednotkou a počítačem). Další položkou je identifikátor (značí se textovou a číselnou hodnotou, např. TXT-254), který jednoznačně identifikuje danou řídicí jednotku a je také uvedeno v položce menu „Settings“ a podmenu „Info“. Jako poslední je uveda informace o čase.⁶⁴

⁶³ TXT Controller [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulasungen/ft/TXT-Controller_es.pdf

⁶⁴ TXT Controller [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulasungen/ft/TXT-Controller_es.pdf

3 MĚŘÍCÍ A SKENOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Ruční skenovací přístroje, které slouží ke kontrole, měření a digitalizaci v průmyslovém odvětví, disponují jednoduchým použitím, přesností a spolehlivostí.

3.1 Range Vision Smart 3D skener

Je optický 3D skener, který funguje na principu strukturovaného světla. Dosah rozlišení dat je až 0,12 mm. Skener disponuje snadnou ovladatelností a kalibrací. Umožňuje tři režimy skenování: s použitím referenčních značek, tzn. že pro skládání jednotlivých skenů probíhá automaticky, dále bez použití referenčních značek, kde se pro skládání skenů použije geometrie dané součásti a pomocí otočného stolku (čímž se dosáhne věrného skenu celého objektu bez možnosti nastavování do různých pozic).⁶⁵

Požadavky na systém, na kterém bude 3D skener provozován:

- OS MS Windows XP či vyšší,
- Grafická karta s možností výstupu druhého monitoru s HDMI konektorem,
- Operační paměť 4 GB či vyšší,
- Počet portů USB 3.⁶⁶

Použitá sestava v této práci obsahuje: lepicí značky, dvě kalibrační desky (pro skenovací objemy), klíč (imbusový) k nastavení, adaptér (napájecí) pro projektor, trojnožku pro skener, licenční hardwarový USB klíč, dvě kamery včetně USB a HDMI kabelů, LED projektor se skenovacím modulem.⁶⁷

3D skener lze nastavit dle tří skenovacích objemů. Podle toho, jak jsou obě snímací kamery od sebe vzdáleny, včetně dalšího softwarového nastavení, se může výsledný skenovací objem měnit. Platí, že při menším objemu skenování (např. 1), tím je lepší výsledný detail. Během skenování se pořizuje skenů více, ze které ho se následně vygeneruje model jeden (celá součást / objekt). Nejlepší volba skenovacího objemu je taková, do které se

⁶⁵ Cenově dostupný 3D skener – pro profesionály i pro osobní použití - Technika a trh. *Časopis T+T Technika a trh - Technika a trh* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.technikaatrh.cz/it-ve-vyrobe/cenove-dostupny-3d-skener-pro-profesionaly-i-pro-osobni-pouziti>

⁶⁶ Rangevision SMART ScanCenter 2016.2 Manual. *ManualsLib - Makes it easy to find manuals online!* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1703521/Rangevision-Smart-Scancenter-2016-2.html>

⁶⁷ Rangevision SMART ScanCenter 2016.2 Manual. *ManualsLib - Makes it easy to find manuals online!* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1703521/Rangevision-Smart-Scancenter-2016-2.html>

dokáže umístit součást celá. Skenovací objem (jeho velikost) je volena tak, že se posunou kamery dle značek umístěné na držáku skeneru (jako na obrázku níže).



Obr. 26 - Čelní pohled⁶⁸

Tabulka níže specifikuje technické parametry jako rozlišení, přesnost a skenovací objem (všechny údaje jsou uvedeny v mm).

Skenovací objem	1	2	3
3D přesnost*	0,2	0,1	0,1
3D rozlišení*	0,4	0,24	0,12
Plocha skenování*	500x375x375	300x225x225	150x112x112

Tab. 1 - Technická specifikace 3D skeneru⁶⁹

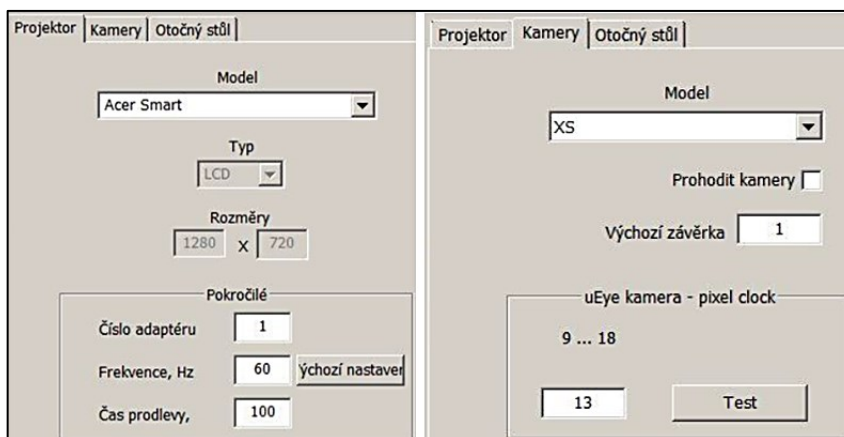
Skener disponuje 1,3 Mpix rozlišením kamer, kde velikost senzoru se udává v palcích s hodnotou 1,2. Samotný čas jednoho skenu je 12 sekund a čas potřebný k přepočítání modelu je kolem 8 sekund. 3D skener jde díky svým příznivým rozměrům (160x55x150 mm) umístit pohodlně na stůl. Skenování probíhá na principu tzv. strukturovaného světla, kde zdrojem světla jsou LED. Výstup modelu je následně realizován do STL souboru, který je podporován 3D tiskárnou.

Instalační soubor programu Range Vision Smart 3D skener lze stáhnout (po registraci a následného přihlášení) ze stránky <http://support.rangevision.com/en/>. Celková velikost aplikace pro operační systém Windows 10 (64 bitová verze) je po instalaci cca 466 MB. Během instalace budou instalovány ovladače pro kamery skeneru a dodatečné grafické knihovny.

⁶⁸ Zdroj: Vlastní

⁶⁹ Rangevision SMART ScanCenter 2016.2 Manual. *ManualsLib - Makes it easy to find manuals online!* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1703521/Rangevision-Smart-Scan-center-2016-2.html>

IDS Camera Manager se postará o nastavení kamer během instalace. Pomocí programu RangeVision Scan Center je potřeba provést některá nastavení, konkrétněji volbu projektoru (typ modelu, např. Acer Smart), číslo adaptéru, frekvenci, prodlevu (viz obrázek níže). Jednotlivá nastavení mohou být měněna dodatečně v programu z menu „Nastavení“ a volbou „Nastavení“.



Obr. 27 - RangeVison Scan Center - první spuštění⁷⁰

Následně se spustí proces zahřívání kamer. Tento proces je důležitý pro stabilní práci. Optimální teplota zahřívání je okolo 55° C. Po úspěšném úvodním nastavení bude zobrazen obraz, který kamery přenášejí na monitor počítače.

⁷⁰ Zdroj: Vlastní

3.2 Skenovací a měřící rameno

Jedná se mobilní měřící víceosý kloubový stroj, který se složen z mechanické paže a kloubů. Součásti, na které se tento stroj aplikuje, spadají do různých oblastí jako např. letecký (měření dílů, nastavování náradí a forem) a automobilový průmysl (měření dílů, nastavování náradí a forem), strojírenství (kontrola kusů, měření v sériové i kusové výrobě), zkrátka tam, kde je třeba získat přístup pomocí kloubového mechanismu i do míst, kde se s klasickými měřicími prvky hůře dostává. Manipulace s ramenem je díky své nízké váze velice snadná (rameno představené v této práci má max. hmotnost 10.21 kg) a tudíž jej lze přesouvat do jiných místností, k měřeným součástem. Pomocí kloubového mechanismu je rozpětí měření od 1,2 – 3,7 metru. Ramena umožňují snímání povrchu pomocí kuličkového dotyku nebo laserovým skenerem. Nabízená měřící ramena je možno propojit s počítačem přes USB konektor nebo pomocí rozhraní Bluetooth. Některé typy ramen umožňují propojení pomocí Wi-Fi rozhraní. V případě měření součástí větších rozměrů je možné využít metody přísroku. Nejdříve je třeba změřit tři body z aktuální polohy kde rameno dosáhne. Po ukotvení těchto bodů přes operační software je možné rameno přesunout na jiné místo a dále měřit (měřicí roviny se propojí). Tento typ měření může sice způsobit odchylku v měření v podobě několika desetin milimetru, ale umožňuje teoreticky neomezený rozsah měření. Pohyb kloubu není limitován směrem měření, ale komplikace mohou nastat v případě měření vnitřních hlubších prostorů o malém průměru. Toto lze vyřešit s pomocí prodloužené sondy dle nabídky daného výrobce.⁷¹

3.2.1 FARO rameno

Společnost FARO Technologies INC byla založena roku 1982 Gregem Fraserem a Simonem Raabem. O dva roky později uvedla společnost na trh tři řady měřících systémů, které byly založeny na technologii měřících ramen. Prvotní účel spočíval pro zdravotnictví-chirurgii. Od roku 1990 se technologie přesunula do průmyslového odvětví, a to v důsledku navyšování zisku z prodeje. Od roku 2008 FARO nabízí na trhu čtyři vývojové sady, v nichž je

⁷¹ Měřící ramena FARO [online]. PRIMA BILAVČÍK s.r.o.[cit. 2020-5-07]Dostupné z: <https://www.merici-pristroje.cz/faro-1/>

kladen důraz na laserovou inspekci a skenovací technologii. Podrobněji je pracováno s typem FARO Arm Fusion.⁷²

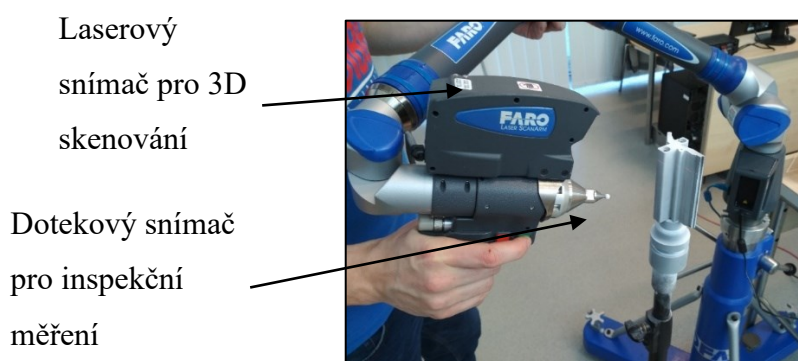
3.2.2 FARO Arm Fusion

Patří mezi základní a cenově dostupné řešení. Tento typ ramena je bez LCD displeje a také bez možnosti provádět měření bez propojení s počítačem. Při možnosti propojení ramena a počítače bezdrátově je k dispozici rozhraní Bluetooth. Cena 30 000 – 45 000 EUR (dle měřicího rozsahu).⁷³

Tabulka č. 1 níže uvádí technické specifikace měřicího ramena Arm Fusion. Tento typ bude také dále okrajově zmiňován v praktické části, v příloze této práce a bude tak předmětem při realizaci vzorové hodiny.

Měřicí rozsah	Přesnost	Délková přesnost	Hmotnost
1,8 m	0,036 – 0,046 mm	± 0,051 – 0,064 mm	9,3 – 9,5 kg
2,4 m	0,043 – 0,051 mm	± 0,061 – 0,071 mm	9,5 – 9,75 kg
3,0 m	0,074 – 0,089 mm	± 0,104 – 0,124 mm	9,75 – 9,98 kg
3,7 m	0,104 – 0,124 mm	± 0,147 – 0,175 mm	9,98 – 10,21 kg

Tab. 2 - Technická specifikace Arm Fusion



Obr. 28 - Rameno Faro⁷⁴

⁷² Měřicí ramena FARO [online]. PRIMA BILAVČÍK s.r.o.[cit. 2020-5-07]Dostupné z: <https://www.merici-pristroje.cz/faro-1/>

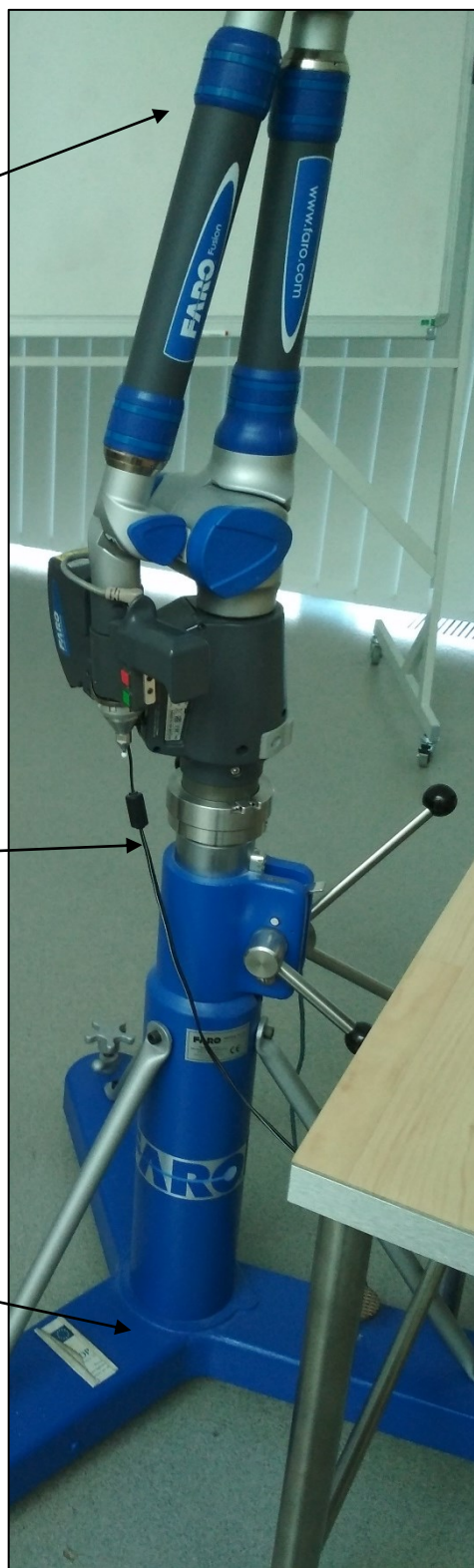
⁷³ Měřicí ramena FARO [online]. PRIMA BILAVČÍK s.r.o.[cit. 2020-5-07]Dostupné z: <https://www.merici-pristroje.cz/faro-1/>

⁷⁴ Zdroj: Vlastní

Měřicí stroj s teplotní
kompenzací a vlastním
vyvažováním

Propojovací USB konektor
s počítačem a příslušným
softwarem

Mobilní stativ



Obr. 29 - Popis částí ramene⁷⁵

⁷⁵ Zdroj: Vlastní

Jako dodatečné příslušenství k ramenu FARO Arm Fusion se dodávají:

- Upínač pevný – pro pevné upevnění na povrchy (např. stůl),
- Upínač magnetický – pro upevnění na magnetických površích součástí, která jsou předmětem měření,
- Upínač vakuový – pro upevnění na nemagnetických površích součástí, která jsou předmětem měření,
- Dotekové sondy – rozlišovány dle průměru sondy, tvaru či délky stopky. Tvar se volí podle součásti, kterou měříme,
- Přenášecí kužely – pro měření součástí, které přesahují rozsah samotného ramene.⁷⁶

Uvedené rameno FARO Arm Fusion umožňuje kromě skenování součásti i její měření, což je určitou výhodou oproti klasickému skenovacímu zařízení. Během měření musí být dodrženy určité zásady, kvůli eliminaci případných chyb. Zdroje chyb během měření mohou být následující:

- Původcem je sám pozorovatel – za chybu zodpovídá sám pozorovatel, který měření provádí. Hojně se chyby vyskytují při měření např. délek součástí,
- Původcem je měřidlo – je zapříčiněno nepřesností či chybovostí použitého měřidla (např. chybný měřicí senzor),
- Původcem je užitá metoda – nevhodně zvolená metoda měření určité části dané součásti (např. otvoru), kam se nedostane měřicí kulička (senzor) během zvoleného skenování. Náprava je v dopočítání rozměrů či další natočení skenované součásti.⁷⁷

⁷⁶ Měřicí ramena FARO [online]. PRIMA BILAVČÍK s.r.o.[cit. 2020-5-07]Dostupné z: <https://www.merici-pristroje.cz/faro-1/>

⁷⁷ ČECH, J., PERNIKÁŘ, J. a PODANÝ, K. *Strojírenská metrologie*. Akademické nakl. CERM 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 176 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-3070-2.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ROBOTICKÁ SADA MINDSTORMS EDUCATION EV3

Výuková robotická sada LEGO Mindstorms Education EV3 – 45544 je dostupná v plastovém boxu, který obsahuje pořadač a schéma uspořádání jednotlivých komponentů, jak je znázorněno na obrázku níže. Tato sada je v současnosti dostupná na trhu za 11 490,- Kč. Software pro uvedenou robotickou sadu je dostupný na <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software>.



Obr. 30 - Pořadač s komponenty⁷⁸

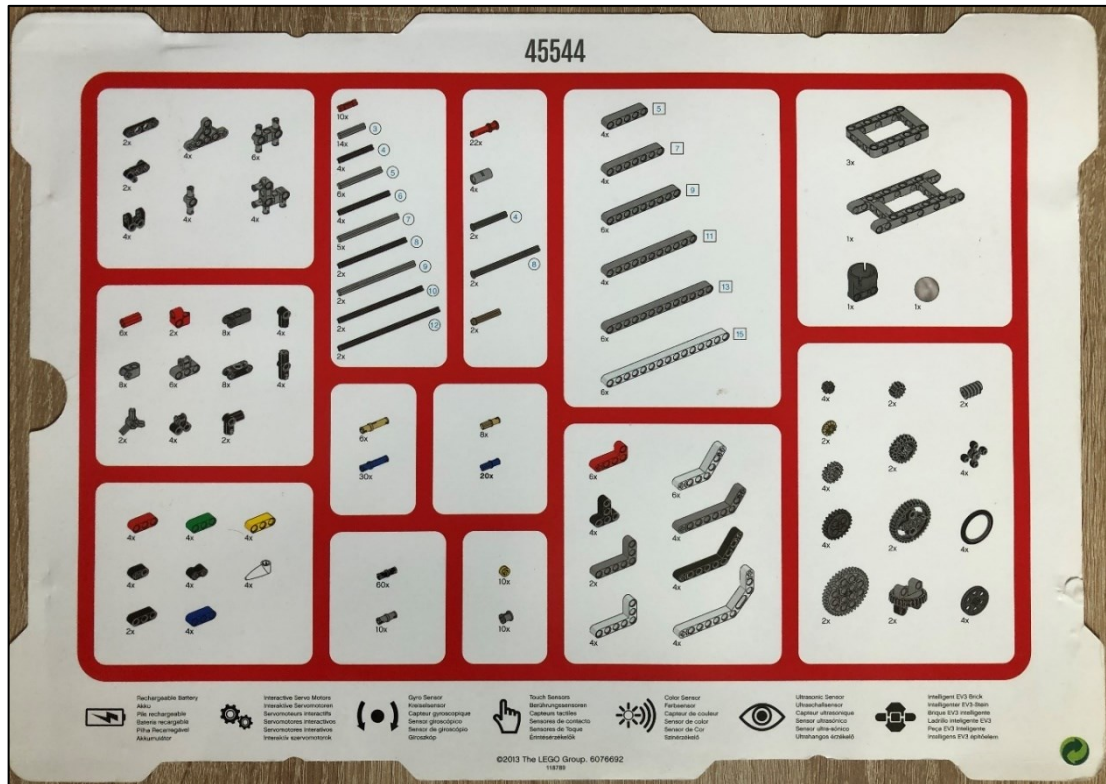
Popis základní sady LEGO Mindstorms Education EV3

Obsah této sady je následující:

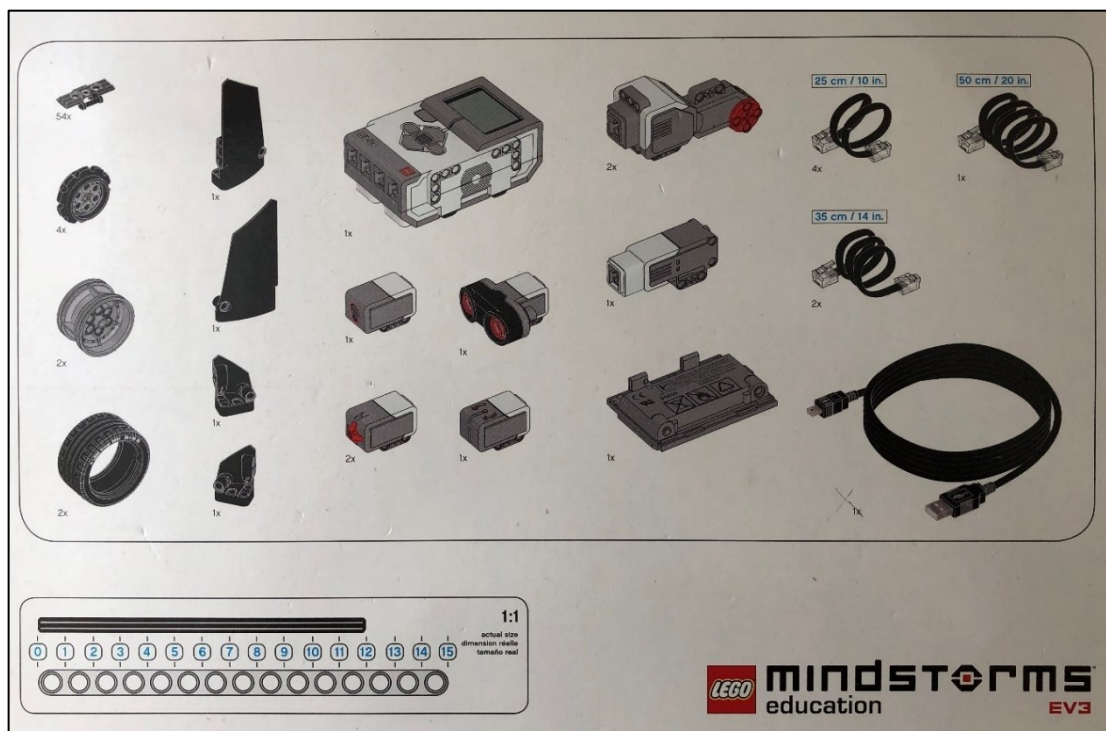
- Řídící jednotka – EV3 kostka
- Spojovací vodiče s konektory
- Velký servomotor 2x
- Nabíjecí baterie
- Střední servomotor 1x
- Světelný senzor
- Ultrazvukový senzor
- Gyroskop
- Dotykový senzor 2x
- Kolo umožňující vícesměrný pohyb
- Stavební návod⁷⁹

⁷⁸ Zdroj: Vlastní

⁷⁹ MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>



Obr. 31 - Díly stavěnice_1⁸⁰



Obr. 32 - Díly stavěnice_2⁸¹

⁸⁰ Zdroj: Vlastní

⁸¹ Zdroj: Vlastní

4.1 Robotické rameno

Při sestavování modelu robotického ramena si uživatel může velmi dobře představit, jak robotické rameno funguje. Tento model složí k přenosu předmětů z místa na místo. Uživatel se tak může seznámit s konstrukcí strojního zařízení, programování i s možnostmi sensoriky a robotiky přímo ve výrobě.⁸²



Obr. 33 - Robotické rameno⁸³

4.1.1 Komponenty stavebnice

K sestavení uvedené uvedeného modelu bude zapotřebí následujících součástí:

- Řídící jednotka
- Senzor dotykový
- Servomotor
 - Velký 2x
 - Střední 1x



Obr. 34 - Potřebné komponenty pro rameno⁸⁴

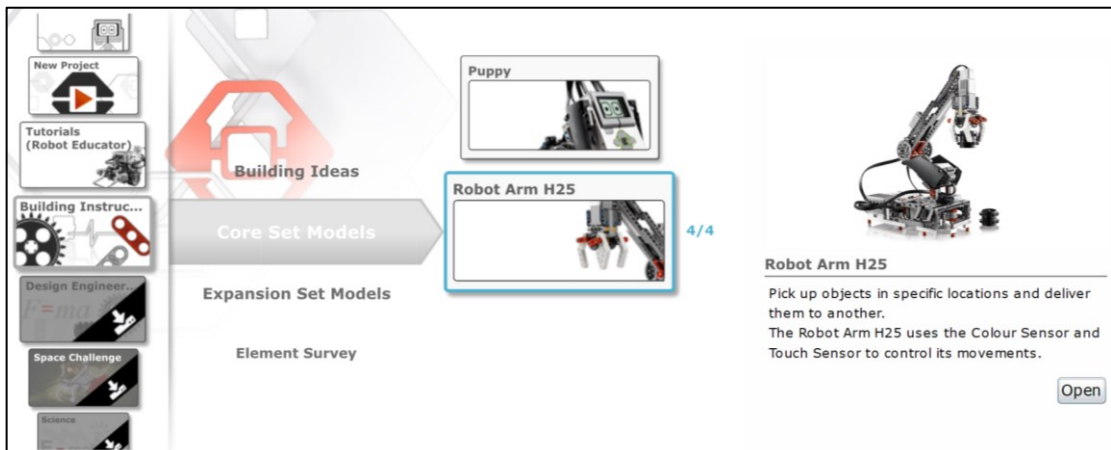
⁸² JAŠEK, R., SEDLÁČEK, M. *Laboratoř oboru – učitelství informatiky pro střední školy* [online]. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016 [cit. 2020-07-10]. ISBN 978-80-7454-624-1. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/39366>

⁸³ MINDSTORMS EV3 Building Instructions | LEGO EV3 Education. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://education.lego.com/en-au/support/mindstorms-ev3/building-instructions>

⁸⁴ Zdroj: Vlastní

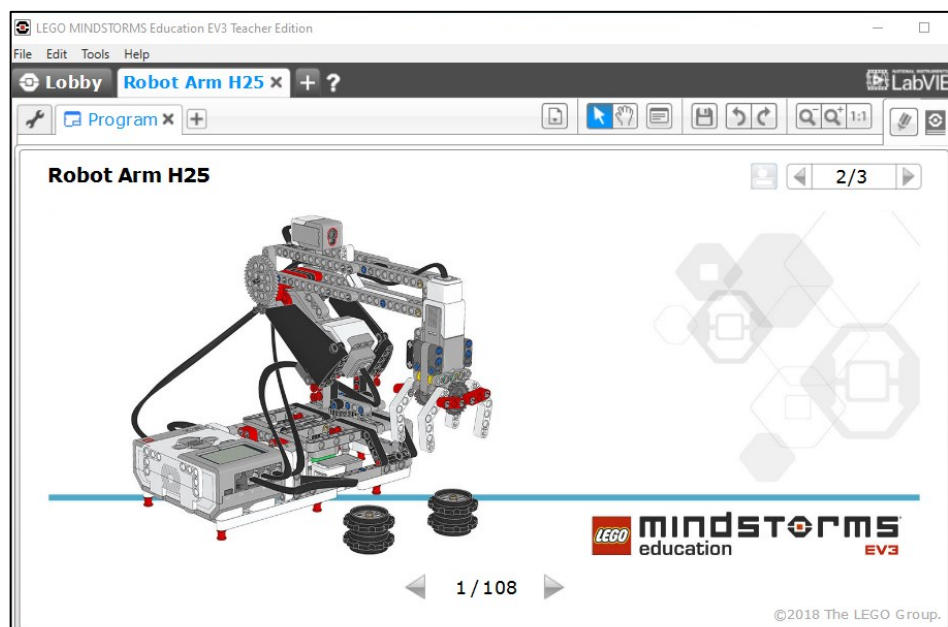
4.1.2 Stavba konstrukce robotického ramena

Na hlavní obrazovce programu Lobby je zvolena položka „Building Instructions“, následně volíme instrukce pro stavbu robotického ramena. Poté je zvolena položka „Core Set Models“ a vybrán „Robot Arm H25“. Dále se uživatel řídí dle pokynů stavebního návodu.



Obr. 35 - Cesta stavební dokumentace pro rameno⁸⁵

Po stisknutí položky „Robot Arm H25“ se zobrazí vybraný model, po stisknutí tlačítka „Open“ pak jeho stavební dokumentace.

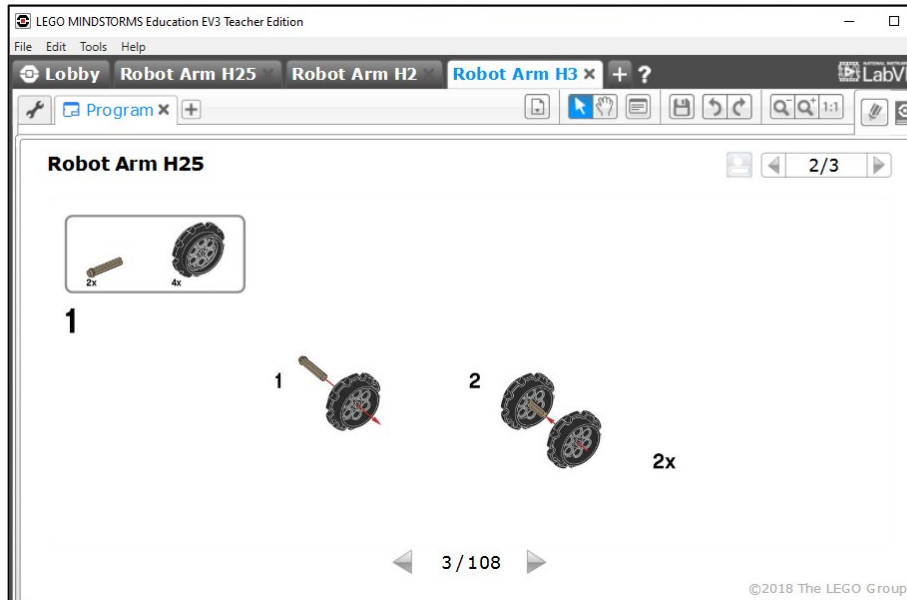


Obr. 36 - Stavební návod pro rameno⁸⁶

⁸⁵ Zdroj: Vlastní

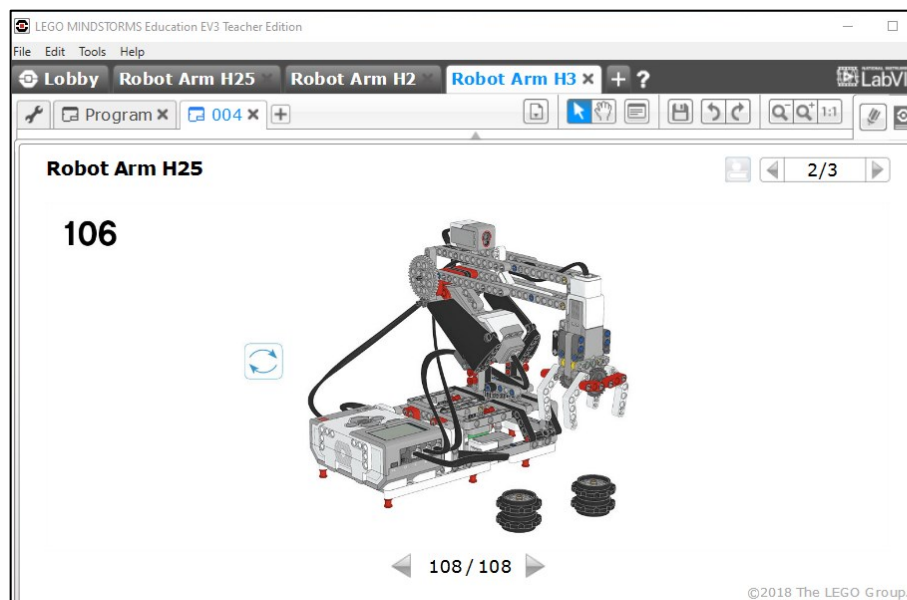
⁸⁶ Zdroj: Vlastní

Pomocí tlačítka s šipkou se přepíná další stránka. Levý horní rámeček pak představuje jaké komponenty ze stavebnice budou potřeba. Výsledek daného kroku je zobrazen v pravé části pracovní plochy. Pomocí šipky vpravo se přepíná na další stránku.



Obr. 37 - Úvodní stavební kroky robotického ramene⁸⁷

Dle pokynů uvedených v programu LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Software se stejným způsobem pokračuje dále až do finální stavu robotického ramene.



Obr. 38 - Výsledná stav robotického ramene⁸⁸

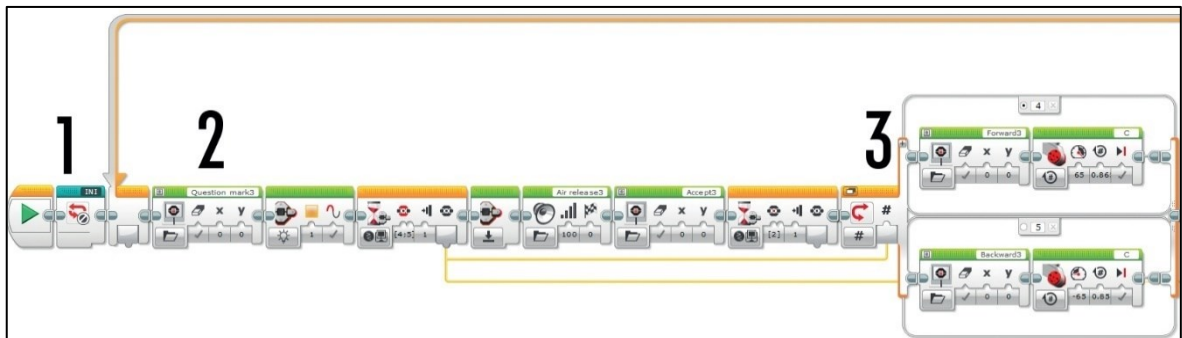
⁸⁷ Zdroj: Vlastní

⁸⁸ Zdroj: Vlastní

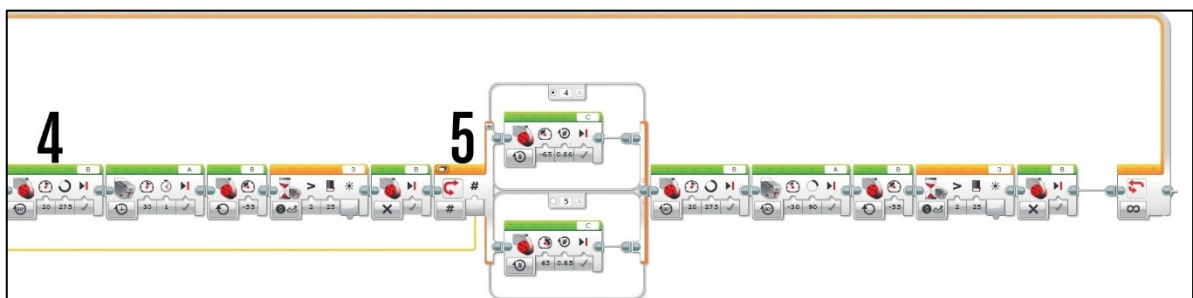
Sestavení robotického ramene je docíleno v 108. kroku, následně je ho možné uvést do provozu pomocí programu.

4.1.3 Popis programu

K ovládání robota využívá program řadu tlačítek. Mechanické limity s pomocí senzorů umožňují pohybovat jednotlivými částmi robota.



Obr. 39 - Robotické rameno (schéma programu_1)⁸⁹



Obr. 40 - Robotické rameno (schéma programu_2)⁹⁰

1. My Block INI – inicializace robota. Slouží k nastavení pohybů.
2. Displej a kontrolka stavu řídicí jednotky (kostky) uvedou robota do čekající polohy. Následně čeká robot na stisknutí tlačítek na řídicí jednotce nahoru nebo dolů dle polohy objektu. Po stisknutí jsou následně informace o tlačítku zapojeny do 2 přepínačů, později i v programu. Poté se rozsvítí kontrolka stavu řídicí jednotky, přehraje se zvuk a změní se i zobrazení. Tlačítka čekají na pokyn k pokračování uvolnění.
3. Přepínač je v režimu číslování a přijímá informace z předchozího čekání na blok. Pohyb motoru se odvíjí od stisknutí tlačítka cíle.

⁸⁹ Zdroj: Vlastní

⁹⁰ Zdroj: Vlastní

4. Tento úsek zvedá a přenáší robotickou ruku. Motor A umožňuje pohyb po dobu zajištění uchopení předmětu. Motor B se posunuje na svůj limit a zastaví se.
5. Druhý přepínač funguje jako předchozí. S jeho pomocí se posunuje robot do středu. V této pozici dojde k uvolnění paže a upuštění předmětu. Následně se rameno opět zvedne na limit senzoru a program se opakuje.⁹¹

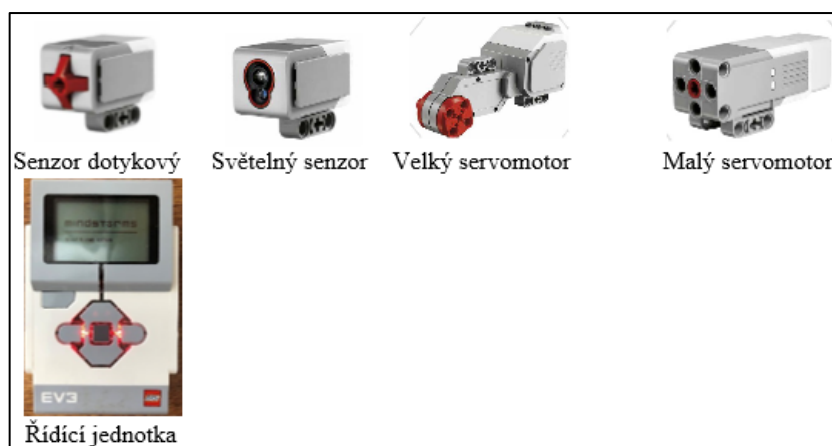
4.2 Barevný třídíč - výrobní linka

Slouží ke skenování objektů, které načte a dle barvy roztřídí do správné oblasti. Barevný třídíč používá dotykový senzor, barevný senzor a servomotory k řízení svých pohybů. Tento robotický model lze použít jako simulaci výrobní linky ve výrobním závodě.

4.2.1 Komponenty stavebnice

K sestavení uvedeného modelu bude zapotřebí následujících součástí:

- Řídící jednotka
- Světelný senzor
- Dotykový senzor 2x
- Servomotor
 - Velký 2x
 - Střední 1x



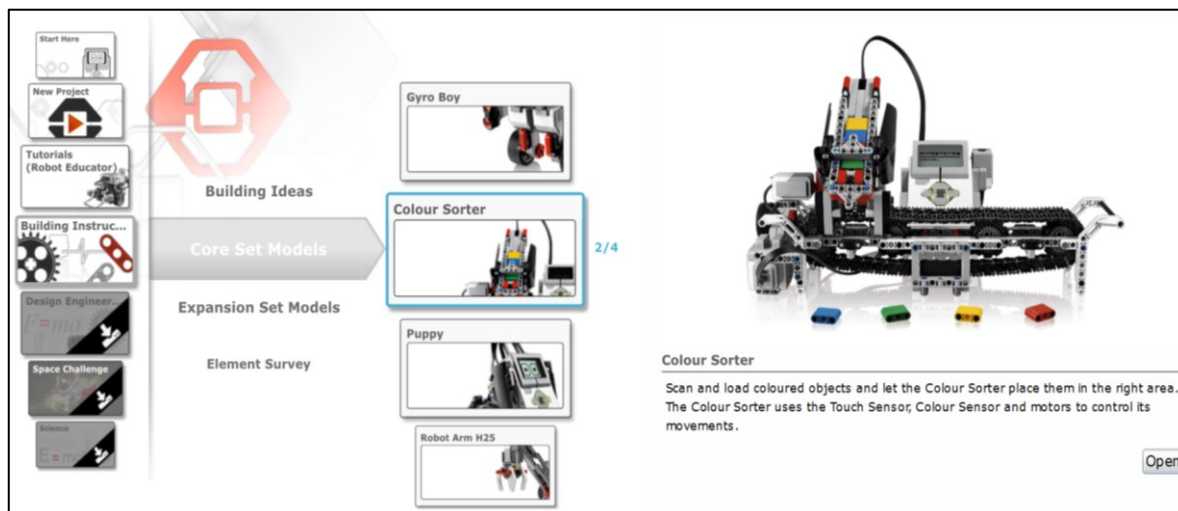
Obr. 41 - Potřebné komponenty pro barevný třídíč⁹²

⁹¹ Program Descriptions Robot Arm H25. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-robotarm-621fa90f70727e1fa8b5e82a9bdb3446.pdf>

⁹² Zdroj: Vlastní

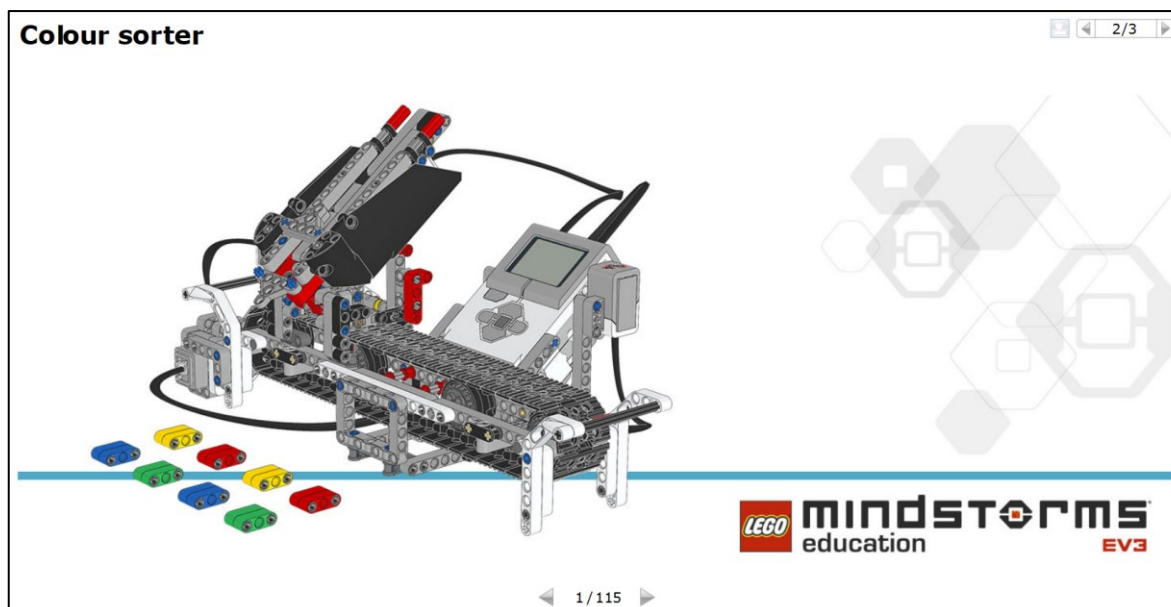
4.2.2 Stavba konstrukce barevného třídíče

Opět na hlavní obrazovce programu Lobby je zapotřebí zvolit položku „Building Instructions“, dále navolíme instrukce pro stavbu barevného třídíče. Zvolíme položku „Core Set Models“ a vybereme „Colour Sorter“. Dále se uživatel řídí dle pokynů stavebního návodu.



Obr. 42 - Cesta stavební dokumentace pro barevný třídíč⁹³

Po stisknutí položky „Colour Sorter“ se zobrazí daný model. Opět je zapotřebí stisknout tlačítko „Open“ a následně se zobrazí dokumentace vybraného modelu.

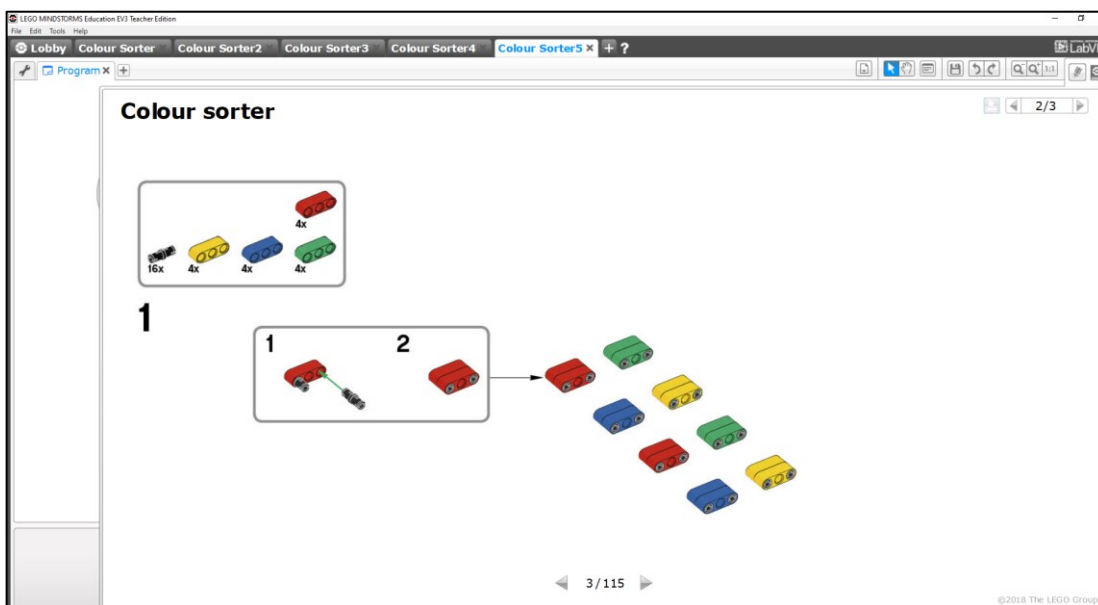


Obr. 43 - Stavební návod pro barevný třídíč⁹⁴

⁹³ Zdroj: Vlastní

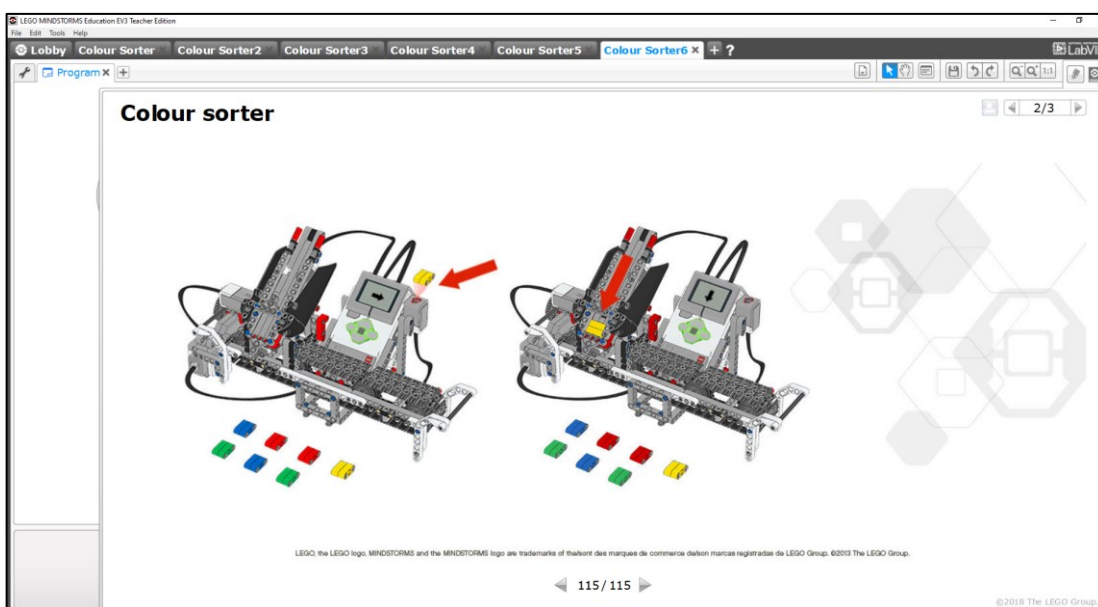
⁹⁴ Zdroj: Vlastní

Jednotlivé kroky jsou umožněny pomocí šipky, která přepíná stavební návod na další strany. Vybrané komponenty ze stavebnice jsou zobrazeny v levém horním rámečku. V pravé části pracovní plochy může uživatel sledovat výsledek daného kroku. Přepínání na další stranu pomocí šipky vpravo.



Obr. 44 - Úvodní stavební kroky pro barevný tříděč⁹⁵

Do finální stavu barevného tříděče postupuje uživatel podle pokynů uvedených v programu LEGO MINDSTORMS Education EV3 Software .



Obr. 45 - Výsledný stav barevného tříděče⁹⁶

⁹⁵ Zdroj: Vlastní

⁹⁶ Zdroj: Vlastní

Finálního stavu barevného třídiče je dosaženo v kroku 115. Následně je tento model možné uvést do provozu.

4.2.3 Popis programu

Barevný třídič součástí používá funkci pole k ukládání a přehrávání dat. Robot uloží barvu a místo jednotlivé barevné dlaždice. Pomocí těchto dat pak může objekty kdykoliv mechanicky třídit.

Třídič barev používá mechanismus výběru, který se posouvá po stopě k třídění barev, které uživatel zadává v náhodném pořadí. Světelný senzor slouží k rozpoznávání barvy. Třídič je následně ukládá do příslušných přihrádek.

1. – 2. Nastavení hodnot robota – mechanismus uvede do provozu posun dlaždic a trati a na displeji se zobrazí šipka směřující doprava ke skenovacímu senzoru robota. Zobrazí se index, který indikuje počet naskenovaných dlaždic.

3. Program funguje pomocí smyčky – čekání dvou senzorů. Smyčka skončí, pokud je vidět barva nebo stisknuto prostřední tlačítko. Hodnota barvy je zapojena mimo smyčku.

4. Barva z předchozích bloků se ukládá do dalšího indexu pole, pokud ale bylo stisknuté prostřední tlačítko, program obejde přepínač. Po uložení hodnoty se aktivuje funkce „čekat na žádnou barvu“, černá zabraňuje příliš rychlému opakování smyčky.

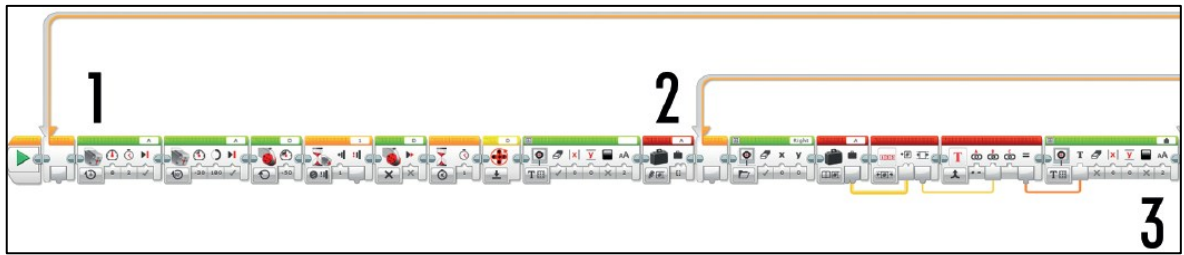
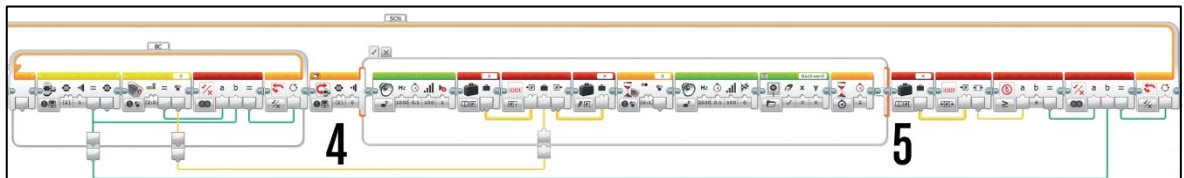
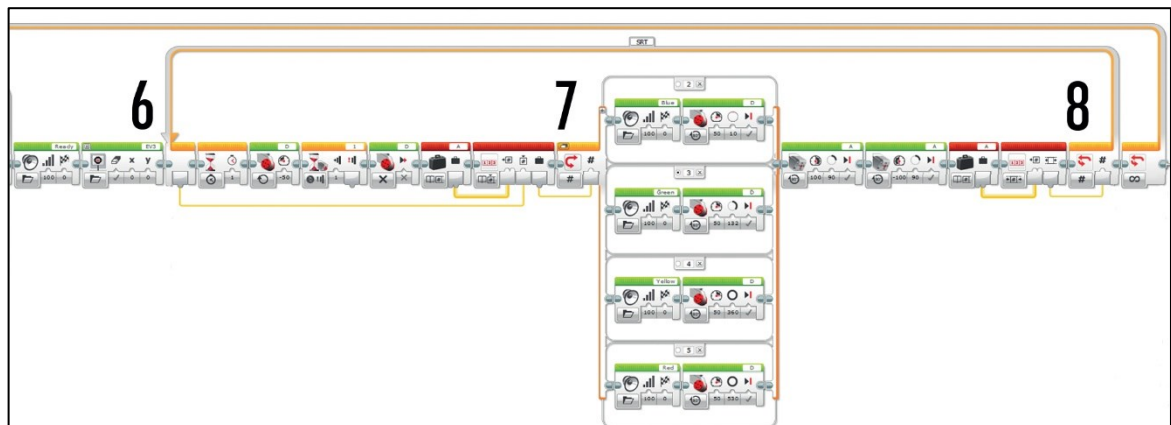
5. Smyčka je ukončena stisknutím prostředního tlačítka nebo dosažením maximální hodnoty 8 indexu pole.

6. Přehrávací smyčka začíná resetováním stopy na dotykový senzor. S počtem spuštění smyčky se načítá index pole. K přepínači je připojena hodnota pole.

7. V režimu čísel pak přepínač přebírá vstup do pole. Každé číslo pak zvukovým blokem vyvolává barvu a její umístění s motorovým blokem.

8. Program je ukončen tím, že jsou všechny dlaždice vyexpedovány a dochází k resetování. Jako poslední se provede kontrola velikosti pole, čímž se program uzavře.⁹⁷

⁹⁷ Program Descriptions Color Sorter. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-color-sorter-169104cd2931818b441f5be6391a3249.pdf>

Obr. 46 - Barevný třídič (schéma programu_1)⁹⁸Obr. 47 - Barevný třídič (schéma programu_2)⁹⁹Obr. 48 - Barevný třídič (schéma programu_3)¹⁰⁰

⁹⁸ Program Descriptions Color Sorter. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-color-sorter-169104cd2931818b441f5be6391a3249.pdf>

⁹⁹ Program Descriptions Color Sorter. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-color-sorter-169104cd2931818b441f5be6391a3249.pdf>

¹⁰⁰ Program Descriptions Color Sorter. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-color-sorter-169104cd2931818b441f5be6391a3249.pdf>

5 VÝUKOVÁ ROBOTICKÁ SADA ROBOTICS COMPETITION SET

Robotics Competition Set – robotický výukový set lze zakoupit v plastovém kontejneru, který obsahuje jednotlivé komponenty a jejich uspořádání jsou uloženy v pořadači viz obrázků. Stavebnice fishertechnik je dostupná za 17 599,- Kč (model č. 519143) s 670 dílky včetně instalačního softwaru na CD.¹⁰¹



Obr. 49 - Pořadač s komponenty¹⁰²

Popis základní sady Robotics Competition Set

Sada obsahuje:

- ROBOTICS TXT Controller (řídící jednotka)
- software ROBO Pro (systém: Windows XP, Vista, 7, 8, 10)
- USB kamera
- gyroskop, akcelerometr, kompas a další senzory
- krokové motory 2x
- XS motor
- LED 3x
- spínač 2x
- 3x ultrazvukové čidla vzdálenosti
- IR senzor
- optický senzor pro barvy
- fototranzistor
- magnetický snímač
- nabíjecí baterie NiMH, accu set
- montážní návod
- instruktážní brožuru na CD¹⁰³

¹⁰¹ Fischertechnik 519143 Robotics Competition Set. *Stavebnice pro chytré děti* [online]. 2020 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <http://www.stavebniceprochytredeti.cz/cs/fischertechnik-519143-robotics-competition-set-113.html>

¹⁰² Zdroj: Vlastní

¹⁰³ Robotics Competition Set – fishertechnik. Fishertechnik.de – Building blocks for life [online]. 2020 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://fishertechnik.de/en/products/teaching/stem-robotics-competition-set>

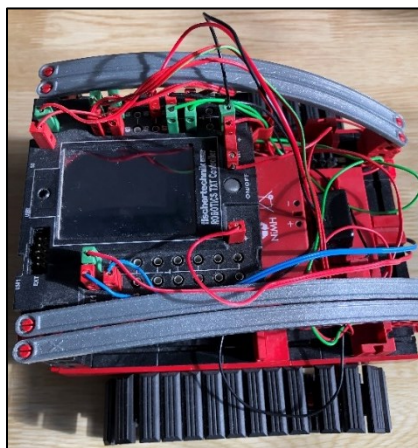
Einzelteilübersicht Spare parts list Liste des pièces détachées		Onderdelenoverzicht Listo de piezas Resumo de peça individual		Singoli componenti Перечень деталей 零件概覽		fischertechnik education									
	31 010		31 610		32 801		35 008		36 532		38 240		133 009		154 321
	31 011		31 771		32 802		35 008		36 573		38 241		134 867		154 944
	31 058		31 790		35 031		35 945		36 586		38 242		137 096		162 134
	31 060		31 840		35 033		35 949		36 920		38 244		137 125		
	31 061		31 918		35 049		35 975		36 921		38 251		137 154		
	31 078		31 981		35 050		35 980		36 922		38 413		137 677		36 120
	31 082		31 992		35 067		36 119		36 950		38 425		132 522		133 009
	31 124		31 983		35 068		36 134		37 034		38 428		153 267		95 537
	31 230		32 064		35 064		36 227		37 227		38 444		152 422		152 621
	31 356		32 071		35 064		36 234		37 238		116 910		153 513		154 518
	31 337		32 085		35 072		36 223		37 468		117 336		153 648		158 402
	31 360		32 321		35 073		36 324		37 479		121 661		153 669		159 055
	31 424		32 300		35 077		36 334		37 681		128 598		153 670		522 460
	31 434		32 498		35 079		36 337		37 783		128 599		154 452		
	31 597		32 870		35 084		36 437		37 875		128 659		154 454		
	31 674		32 878		35 086		36 443		38 216		128 912		154 485		

 Obr. 50 - Díly stavebnice Robotics Competition Set¹⁰⁴

5.1 Robotické vozítko

Robotická sada umožňuje vytvořit různé typy robotických vozítek. Uživatelé mohou být studenti středních, vysokých škol nebo jiných zájmových institucí, kteří se mohou účastnit robotických soutěží. Některé vybrané robotické vozítka: robot sledující dráhu, průzkumný robot, fotbalový robot, robot s kamerou. Uvedená sada obsahuje CD disk se softwarem Robo-Pro, kde si uživatel může navolit úroveň od začátečníka až po profesionála (obtížnost). Tuto sadu také mohou využívat v projektovém vyučování. Další informace lze nalézt na: <https://www.youtube.com/user/fischertechnikTV>.

¹⁰⁴ Zdroj: Vlastní



Obr. 51 - Základní model¹⁰⁵

5.1.1 Komponenty stavebnice

Součástky k sestavení daného modelu:

- řídicí jednotka – ROBO TX Controller
- zdroj
- motor 2x
- bzučák
- IR senzor cesty

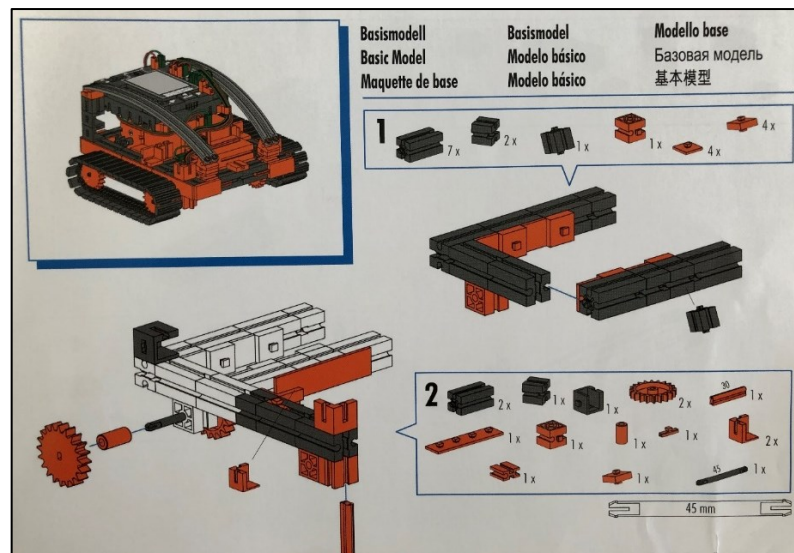
¹⁰⁵ Zdroj: Vlastní


 Obr. 52 - Potřebné komponenty pro robotické vozítko¹⁰⁶

5.1.2 Stavba konstrukce robotického vozítka

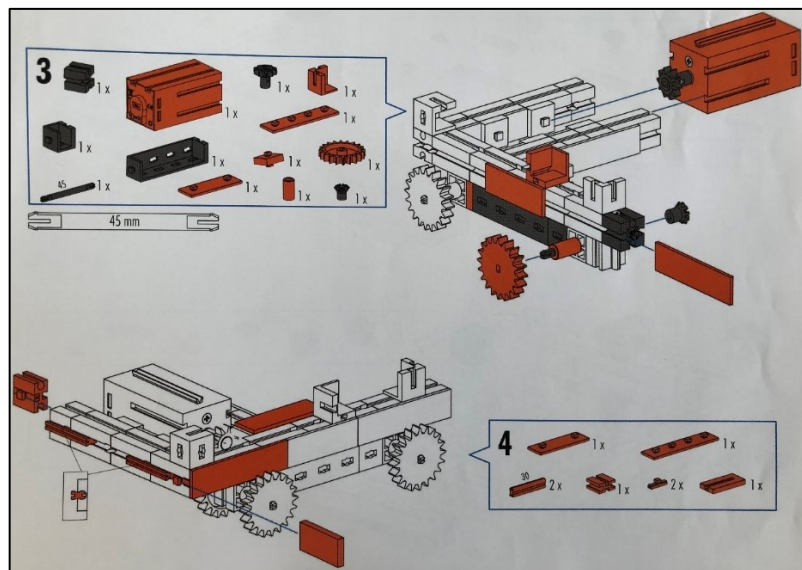
Samotná konstrukce začíná sestavením základního modelu robotického vozítka, který bude následně doplněn o další funkce, umožňující pohyb podél cesty. Dle obrázku postupujeme podle jednotlivých kroků, kde mezi základní kroky patří sestavení základny pro robotické vozítko. Uvedené schéma ukazuje, které komponenty a v jakém pořadí je potřeba zapojit.

V tomto kroku zase začíná stavbou základny – podvozku vozítka.

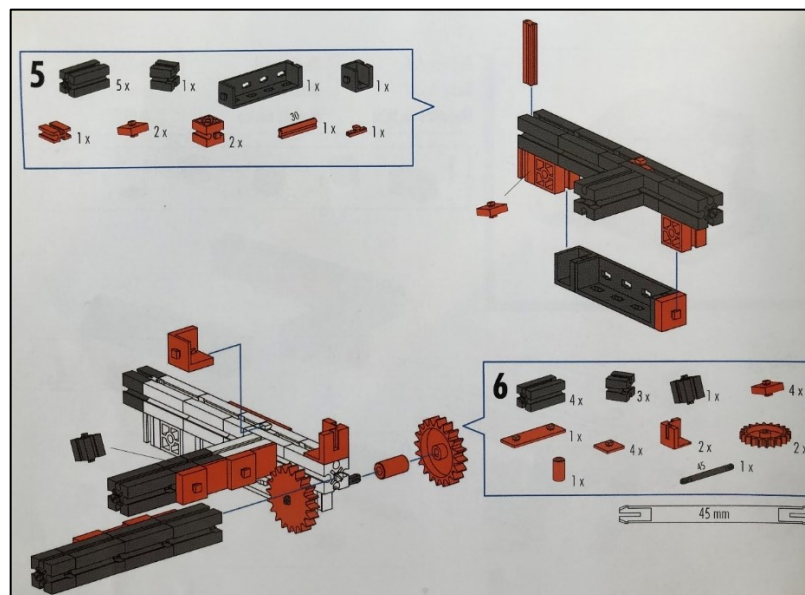

 Obr. 53 - Sestavení základny_1¹⁰⁷

¹⁰⁶ Zdroj: Vlastní

¹⁰⁷ Zdroj: Vlastní



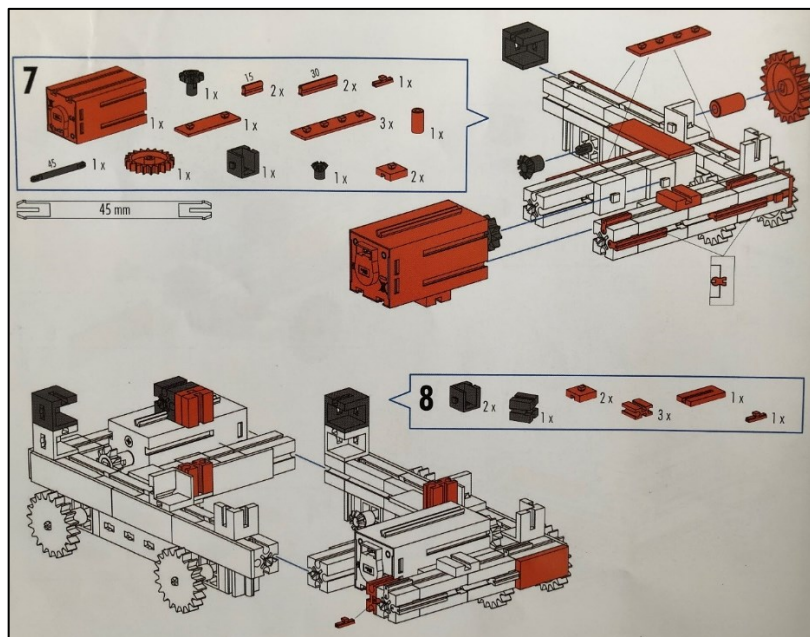
Obr. 54 - Sestavení základny_2¹⁰⁸



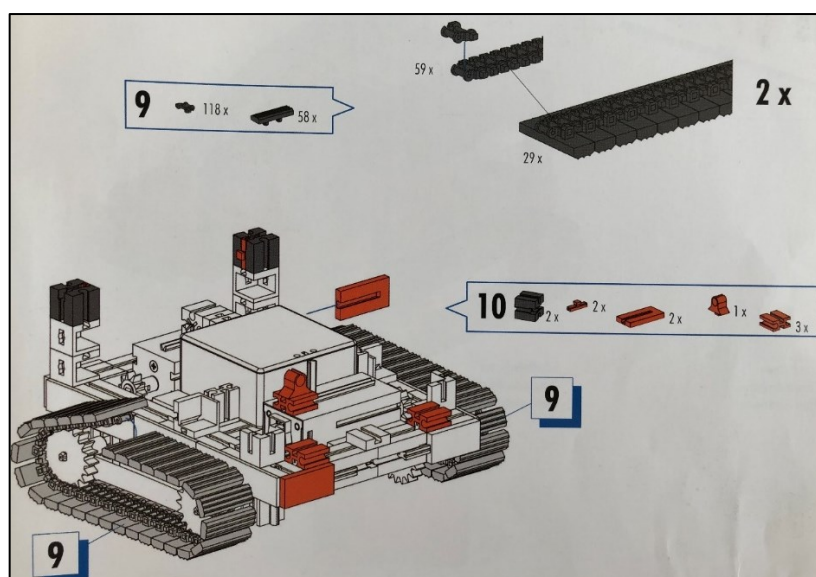
Obr. 55 - Sestavení základny_3¹⁰⁹

¹⁰⁸ Zdroj: Vlastní

¹⁰⁹ Zdroj: Vlastní

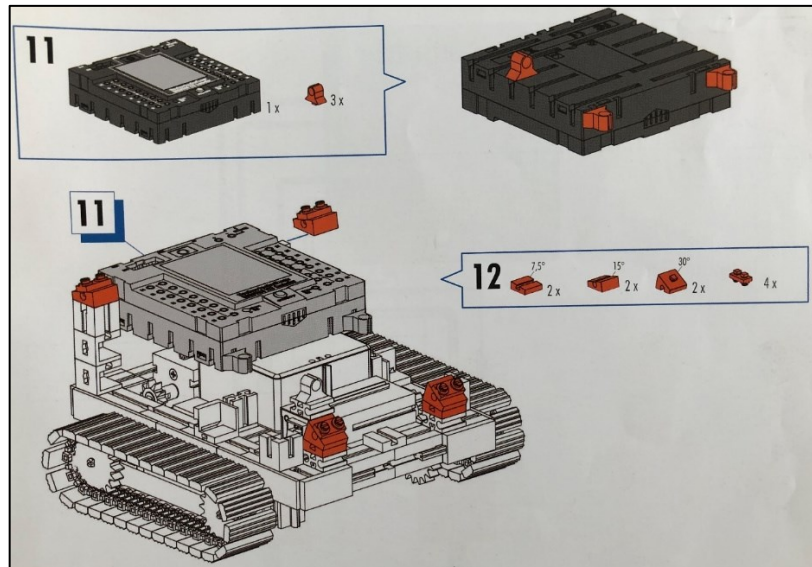
Obr. 56 - Sestavení základny_4¹¹⁰

Při dokončování podvozku robotického vozítka jsou osazeny dva motory, které mají na starosti pohon jednotlivých pásů určených k pohybu vozítka.

Obr. 57 - Osazení pásy¹¹¹

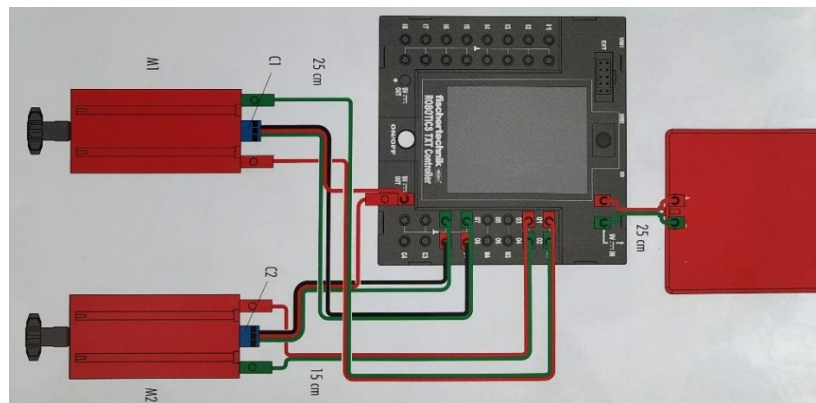
¹¹⁰ Zdroj: Vlastní

¹¹¹ Zdroj: Vlastní



Obr. 58 - Řídicí jednotka¹¹²

Následuje propojení motorů s řídicí jednotkou dle schématu znázorněném na níže uvedeném obrázku č. 59.

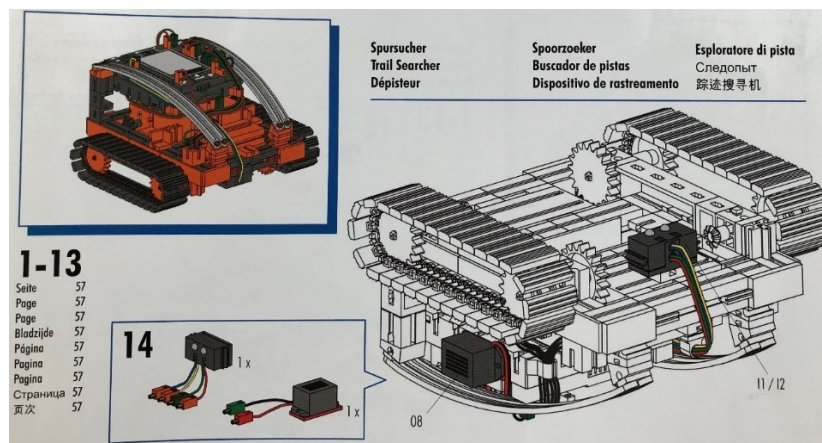
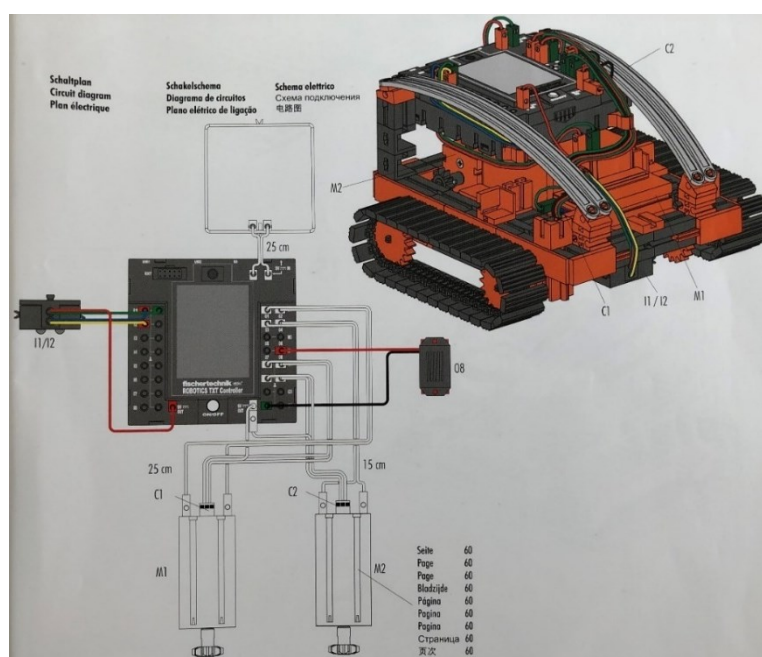


Obr. 59 - Řídicí jednotka¹¹³

Po tomto propojení je výsledný model ve stavu základního vozítka, které se dále doplňuje o dva prvky – bzučák a infračervený senzor cesty. Propojení posledních dvou prvků se základním modelem je znázorněno na následujících obrázcích.

¹¹² Zdroj: Vlastní

¹¹³ Zdroj: Vlastní

Obr. 60 - Připojení senzorů k zákl. modelu¹¹⁴Obr. 61 - Připojení senzorů s řídicí jednotkou¹¹⁵

5.1.3 Popis programu

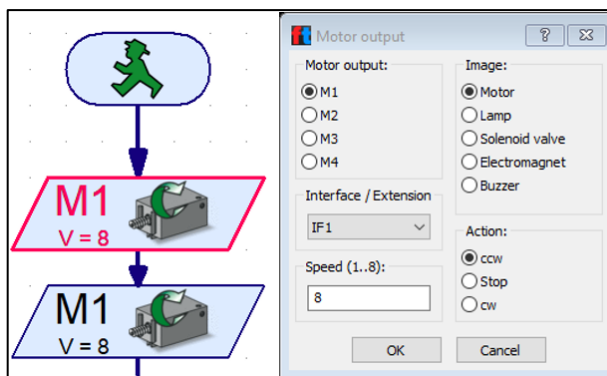
Po sestavení modelu dle předešlých pokynů může být řešeno samotné programování. Program pro základní vozítko bude vykonávat následující činnost – jízda po dobu 6 sekund rovně, zatočení vozítka vpravo po dobu 3 sekundy a následné zastavení.

1. V programu ROBO Pro klikneme tlačítko „File“ dále na „New“ nebo přímo na ikonku „New“, čímž dojde k nastavení nového pracovního prostoru, který je nyní připraven pro zápis kódu.

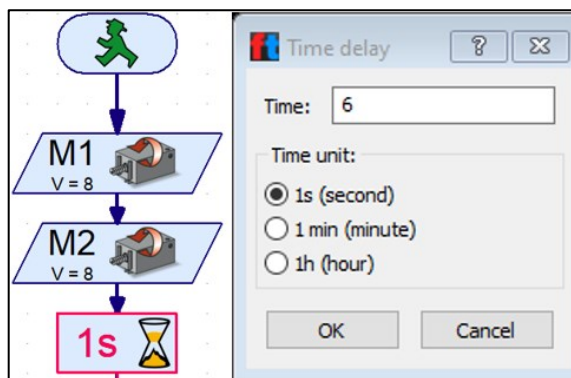
¹¹⁴ Zdroj: Vlastní

¹¹⁵ Zdroj: Vlastní

2. Poté budete potřebovat dva symboly motoru. Umístíme první symbol pod začátek programu, jak je uvedeno na schématu. Myší se přesuneme na symbol motoru a zapneme okno vlastností (pravým tlačítkem myši). Zde nastavíme výkon motoru na „M1“ a pro akci směr otáčení „Proti směru hodinových ručiček.“ Poté potvrdíme tlačítkem OK. Stejným způsobem vložíme druhý symbol motoru a opakujeme akce pro výstup motoru „M2“.

Obr. 62 - Nastavení motorů¹¹⁶

3. Další částí programu je čekání po určitou dobu – 6s. K tomu použijeme symbol čekací doby, který umístíte pod druhý motor a upravíme čas na šest sekund.

Obr. 63 - Čekací doba¹¹⁷

4. Následně se sledované vozidlo musí po dobu tří sekund otáčet. Za tímto účelem znovu vložíme dva symboly motorů pro M1 a M2. M1 má se otáčet proti směru hodinových ručiček a M2 ve směru hodinových ručiček. Protože oba motory mají pracovat po dobu tří sekund, vložíme symbol čekací doby a nastavíme hodnotu času na tři sekundy (stejným způsobem jako výše).

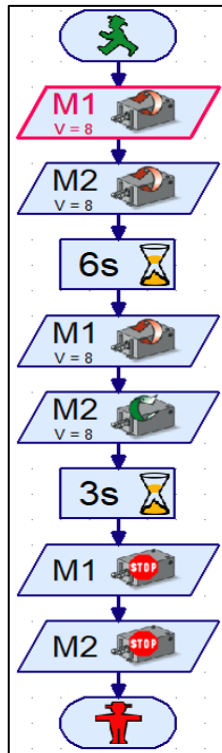
¹¹⁶ Zdroj: Vlastní¹¹⁷ Zdroj: Vlastní

5. Musíme zastavit oba motory. To se provede vložením symbolů obou motorů a nastavení parametru „Stop“.
6. Na konci je použit symbol pro konec programu, „červený panáček“. Nyní je první program hotový a může být uložen. Poté se otestuje v online režimu pomocí tlačítka „Start“.
7. Následně můžeme program načíst do řídicí jednotky kliknutím na tlačítko „Download“. Potvrdíme nastavení okna stahování. Hned po stažení je model spuštěn. Pokud je program stažen do řídicí jednotky a zároveň stále připojen pomocí USB kabelu, pak provedeme načtení programu znovu a aktivujeme „Spustit program pomocí tlačítka na rozhraní“. Po přenesení programu kabel odpojíme. Pro spuštění programu zvolíme tlačítko na řídicí jednotce.¹¹⁸

Schéma výsledného programu pro základní vozítko (obrázek níže). Následuje úprava modelu robotického vozítka a úprava kódu pro variantu s možností sledování cesty (černá čára). Jelikož se model nachází již v konečném stavu (pouze nebyly naprogramovány zbývající senzory) bude tento krok doplněn – doprogramován v následující části.

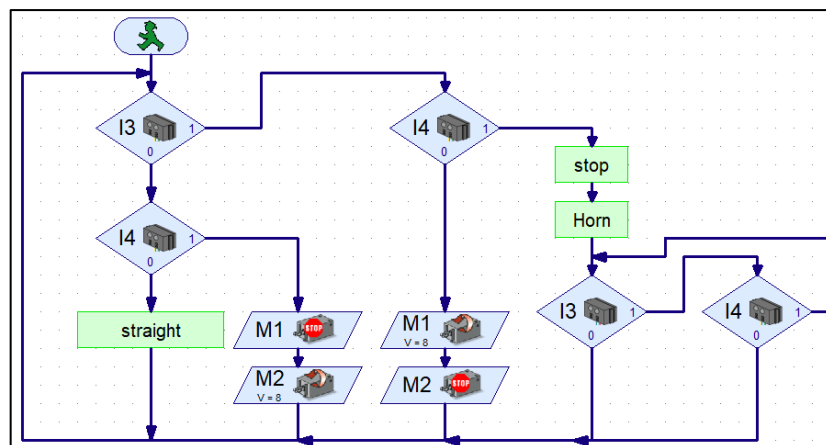
Robot má najít černou čáru na bílém pozadí a pak ji sledovat. K tomu slouží infračervený senzor. Modul přenáší světlo v infračerveném rozsahu na substrát vozovky. V závislosti na substrátu se odráží a měří fototranzistory. To znamená: Světlý nebo bílý substrát odráží světlo a získáme hodnotu 1. U černého substrátu se světlo neodráží, tudíž obdržíme hodnotu 0. Pokud oba tranzistory mají hodnotu 0, pak robot našel cestu (černá čára) a musí ji dále následovat.

¹¹⁸ Didactic materials TXT Explorer [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-explorer/txt-explorer_gb.ashx



Obr. 64 - Final¹¹⁹

Výsledný program po úpravě (hledání cesty) včetně podprogramů.

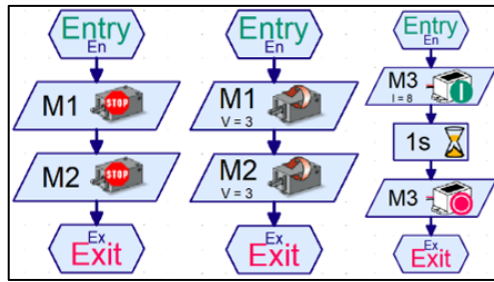


Obr. 65 - Výsledek programu¹²⁰

Jednotlivé podprogramy – stop, straight, horn

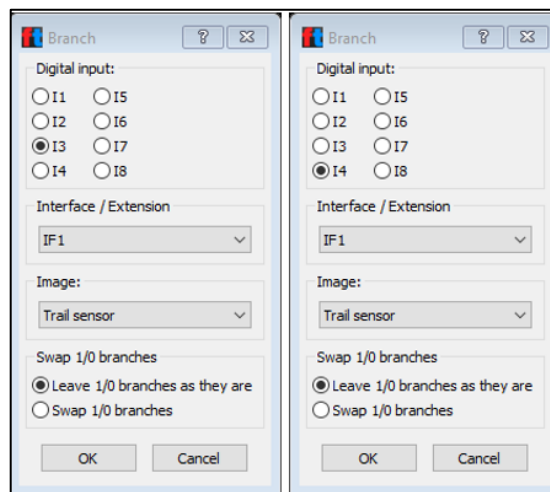
¹¹⁹ Zdroj: Vlastní

¹²⁰ Zdroj: Vlastní



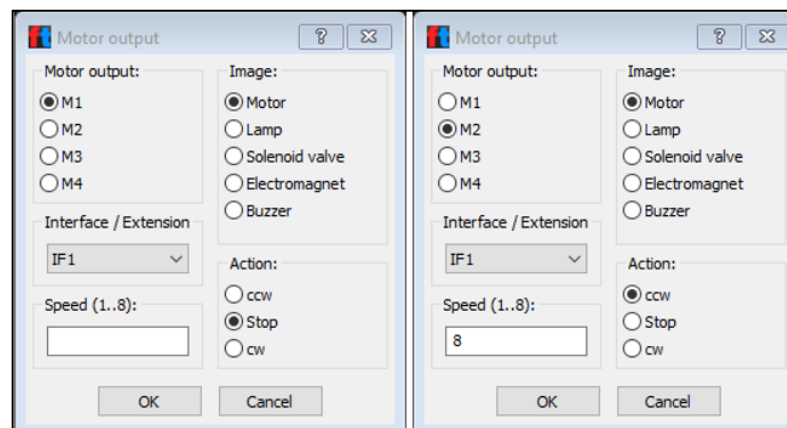
Obr. 66 - Podprogramy¹²¹

Nastavení pro IR senzor cesty pro I3 a I4.



Obr. 67 - Senzory¹²²

Nastavení pro motorů M1 a M2.



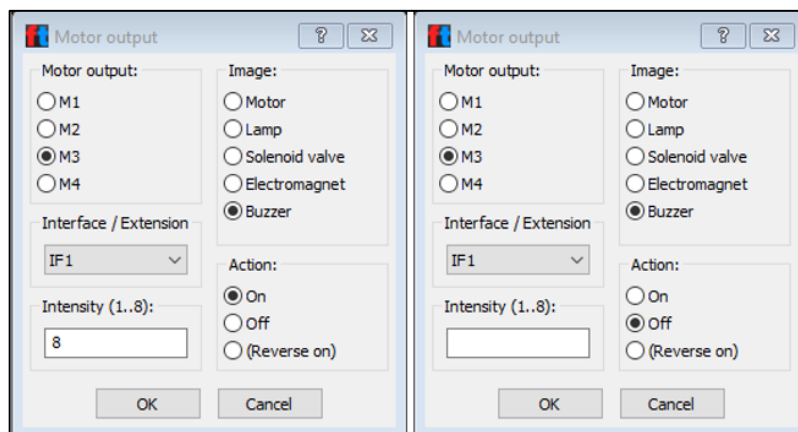
Obr. 68 - Motory¹²³

Nastavení bzučáku pro M3 a M4 u podprogramu horn.

¹²¹ Zdroj: Vlastní

¹²² Zdroj: Vlastní

¹²³ Zdroj: Vlastní

Obr. 69 - Bzučáky¹²⁴

¹²⁴ Zdroj: Vlastní

6 MĚŘÍCÍ A SKENOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Zde jsou vybraná měřicí a skenovací zařízení, která byla vybrána pro realizaci projektové výuky. Podrobný popis jednotlivých kroků při procesu skenování je uveden příloze č. 1 této práce.

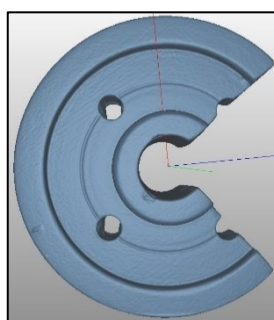
6.1 RangeVision Smart 3D skener

V následujícím případě pro seznámení žáků s 3D skenovacím zařízením RangeVision Smart, bylo zvoleno skenování řemenice (obrázek č. 70, zobrazení v řezu), jejíž použití je např. u elektromotoru apod.



Obr. 70 - Řemenice¹²⁵

Cílem bylo, aby si žáci osvojili funkce a možnosti 3D skenovacího zařízení, a tento postup mohli využít dále v práci. Před zahájením samotného skenování se spustí kalibrace kamer, otočného stolku, případně podložky. Uvedený modul slouží ke spojování skenů. Nejdříve je potřeba nastavit skenovací objem (jeho velikost). Možné nastavení pro skenovací objem je koncipováno do tzv. zón, které jsou popsány blíže v teoretické části. Pokud jde o dosažení nejlepších detailů, skenovací objem by měl být nastaven malý (nastavení zóny 3). Jedno skenování pro kompletní sken součásti nestačí, proto je nutné zajistit větší množství skenů a následně spojit v jeden.



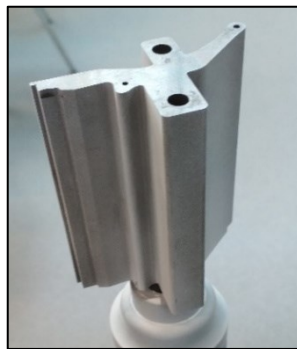
Obr. 71 - 3D sken¹²⁶

¹²⁵ Zdroj: Vlastní

¹²⁶ Zdroj: Vlastní

6.2 Měřící rameno FARO

Pro seznámení žáků se skenovacím zařízením měřícího ramene FARO Arm Fusion, bylo zvoleno skenování nástrojové elektrody (obrázek č. 72), jejíž použití je např. v elektroerozivním obrábění. Před samotným zahájením kalibrace ramena a následného skenování součásti je příprava materiálu / součásti ke skenování. Na některé se aplikuje stříkání křídovým sprejem (další varianta je titanový – jemnější prášek, ale moc drahý). Křídový stojí cca 400,- Kč/1 ks. Kvůli omezenému pohybu ramena je použit stativ z fotoaparátu, který umožňuje vhodné umístění a dostupnost v prostoru.



Obr. 72 - Elektroda¹²⁷

Cílem bylo, aby si žáci osvojili funkce a možnosti skenovacího měřícího zařízení, a tento postup mohli využít dále v práci. Podrobnější zpracování je uvedeno v příloze č. 2 této práce.

¹²⁷ Zdroj: Vlastní

7 INOVAČNÍ TECHNOLOGIE VE VÝUCE

Moderní technologie (výukové robotické sady a skenovací zařízení) a jejich zařazení do výuky předkládá odborný vzdělávací program pro střední školy. Jedná se o materiální didaktické prostředky, které jsou začleňovány do praktické výuky. Slouží jako učební pomůcka. Jejím cílem je usnadnit edukační proces, a to s pomocí názorných ukázek. Inovační technologie rozvíjí senzomotorické a grafomotorické dovednosti žáků a podporují technické myšlení, gramotnost, kreativitu, komunikaci a týmovou spolupráci¹²⁸

S vybranými inovačními technologiemi jsou žáci postupně seznamováni v podobě ukázek, návodů a jednoduchých konstrukcí v praktické části výuky. Princip činnosti a funkce modelů inovačních technologií je žákům umožněna pomocí názorné simulace na vybraných příkladech. Inovační technologie propojují mezipředmětové vztahy a lze je tedy široce využít ve výuce.

Ve strojírenských oborech lze tyto technologie využít pro simulaci předvýrobních procesů, snímání vzorových řešení vedoucí k tvorbě výrobku, simulace vede k eliminaci chyb, zbytečným výrobním prostojeům. Robotické stavebnice lze využít v předmětech informační technologie, robotiky, programování,... Stavebnice umožňují řešit úlohy zaměřené na pohyb v reálném prostředí, měření vzdálenosti, tepla,... Další využití je pro robotické linky, elementární stroje.

¹²⁸ NOVÁK, D. *Elektrotechnické stavebnice v technické výchově*. 1. vyd. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy, 1997. 55 s. ISBN 80-86039-37-4.

8 PRAKTICKÉ UKÁZKY SE STAVEBNICEMI, MĚŘÍCÍM RAMENEM A SKENOVACÍM ZAŘÍZENÍM

Stavebnice LEGO Mindstorms EV3 a Robotics Competetion Set, měřící rameno FARO Arm Fusion a Range Vision Smart 3D skener byly použity pro praktické ukázky v hodinách informační a komunikační techniky maturitních předmětů.

8.1 Zaměření školy – moderní technologie

Výběr moderních technologií, kterými se bude tato práce zabývat byl zvolen na základě jejich praktické realizace během výuky, kroužků na SPŠOA Uherský Brod. Škola se zaměřuje na 5 základních oblastí – elektrotechnika, strojírenství, logistika a administrativa, sociální činnost a veřejná zpráva. Vybavení školy je na vysoké úrovni. Škola se snaží reagovat na aktuální hospodářskou situaci, trh práce a zájem studentů. Škola se aktivně podílí na realizaci projektů.¹²⁹

Škola disponuje odbornými učebnami: specializované laboratoře pro výuku robotiky a automatizace, CNC techniky, výpočetní techniky a CAD-CAM systém a také Inovačním rozvojovým centrem (3D modelování). Dále spolupracuje se vzdělávacím centrem, které patří Slovákým strojírnám a.s. (mechatronika, metrologická laboratoř).¹³⁰

Vybrané moderní technologie, které jsou rozpracovány v této práci jsou zakomponovány v maturitním studijním oboru Strojírenství (metrologie a řízení jakosti – 3D skener, měřící rameno) a v maturitním studijním oboru Mechanik elektrotechnik (robotika a řídicí systémy – výukové robotické sady Mindstorms Education EV3 a Robotics Competetion Set).¹³¹

¹²⁹ *Výroční zpráva o činnosti 2018/2019* [online]. Uherský Brod, 2019 [cit. 2020-07-20]. Ke stažení dostupné z: http://www.spsoa-ub.cz/cardfiles/card-1026/card-1027/files/vyrocní-zprava-2018-2019.pdf_3344d0d4fd468dbd2355cedc425a22bc1578898995.pdf

¹³⁰ *Výroční zpráva o činnosti 2018/2019* [online]. Uherský Brod, 2019 [cit. 2020-07-20]. Ke stažení dostupné z: http://www.spsoa-ub.cz/cardfiles/card-1026/card-1027/files/vyrocní-zprava-2018-2019.pdf_3344d0d4fd468dbd2355cedc425a22bc1578898995.pdf

¹³¹ *Výroční zpráva o činnosti 2018/2019* [online]. Uherský Brod, 2019 [cit. 2020-07-20]. Ke stažení dostupné z: http://www.spsoa-ub.cz/cardfiles/card-1026/card-1027/files/vyrocní-zprava-2018-2019.pdf_3344d0d4fd468dbd2355cedc425a22bc1578898995.pdf

8.2 Přínos moderních technologií

Záměrem použití moderních technologií v projektové výuce bylo zvýšit povědomí a přilákat případné potenciální nové zájemce. Žáci mohou uvedené technologie využít pro tvorbu ročníkových prací, soutěží, prezentaci výtvorů během Dnů otevřených dveří, při exkurzích jiných škol apod.

Každoročně škola realizuje projekt Jarní škola robotiky pro žáky 8. a 9. ročníků základních škol, kde náplní je tvorba vlastního robota a elektrických modelů. Budoucí zájemci o studium na této střední škole mají možnost si prakticky vyzkoušet obor, o který by měli zájem. Škola pořádá i letní tábory pro žáky základních škol, žáci si mohou tedy vyzkoušet, jaké je to být středoškolákem (praktické seznámení s technologiemi, praktická tvorba výrobku,...).¹³²

8.3 Návrhy projektové výuky

Díky tomu, že uvedená střední škola disponuje bohatou škálou moderních technologií bylo žádoucí je zahrnout ve vyšší míře do výuky a vzbudit tak povědomí i u ostatních žáků. Vybrané moderní technologie byly zařazeny přímo do výuky informační a komunikační technologie autora této práce v podobě projektové výuky. Jednalo se o žáky druhého ročníku oboru strojírenství.

Návrhy projektů do výuky, které obsahují vybrané technologie jsou uvedeny níže. Při tvorbě tabulek je vycházeno podle Kratochvílové.¹³³

¹³² *Výroční zpráva o činnosti 2018/2019* [online]. Uherský Brod, 2019 [cit. 2020-07-20]. Ke stažení dostupné z: http://www.spsoa-ub.cz/cardfiles/card-1026/card-1027/files/vyrocní-zpráva-2018-2019.pdf_3344d0d4fd468dbd2355cedc425a22bc1578898995.pdf

¹³³ KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2016. 160 s. ISBN 978-80-210-8163-5

Návrh projektů do výuky č. 1

Název	Projektová výuka se stavebnicí LEGO Mindstorms EV3 a Robotics Competition Set
Autor	Petr Novosád
Škola	SPŠOA Uherský Brod
Ročník	2
Typ projektu	<ul style="list-style-type: none"> • dlouhodobý (6 týdnů) • prostředí (Hi-Tech centrum na SPŠOA) • třídy druhého ročníku
Zadání	<ul style="list-style-type: none"> • sestavit robotické rameno, výrobní linku, vozítko a uvést je do chodu
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody
Výstup	<ul style="list-style-type: none"> • sestavit robotické modely • naprogramovat robotické modely • uvést robotické modely do chodu
Očekávané cíle	<ul style="list-style-type: none"> • orientovat se v základní terminologii a aplikovat poznatky do praxe • vytvořit funkční robotické modely • spolupracovat ve skupinách • zhodnotit provedenou práci
Očekávané činnosti	<ul style="list-style-type: none"> • brainstorming – pětilístek • sběr a třídění informací • sestavit funkční model • prezentace výrobku • diskuze
Výukové metody	<ul style="list-style-type: none"> • slovní: přednáška, práce s textem, brainstorming • praktické: výroba produktu (robotický model), pracovní činnosti • experimentální výzkum

	<ul style="list-style-type: none"> • programové učení
Organizace	<ul style="list-style-type: none"> • odborná učebna Hi-Tech centrum • kooperativní výuka • práce ve skupinách
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • robotická sada LEGO Mindstorms EV3 5x • robotická sada Robotics Competition Set 1x • počítače • tablety • psací potřeby • zápisník
Prezentace	<ul style="list-style-type: none"> • prezentace ve třídě • prezentace na Dnu otevřených dveří • prezentace na letním táboře
Hodnocení	<ul style="list-style-type: none"> • průběžné hodnocení práce • hodnocení po prezentaci, žáci se navzájem hodnotí • závěrečné hodnocení učitelem práce a prezentace žáků

Návrh projektů do výuky č. 2

Název	Projektová výuka se skenovacím měřicím ramenem Faro a Range Vision Smart 3D skenerem
Autor	Petr Novosád
Škola	SPŠOA Uherský Brod
Ročník	2
Typ projektu	<ul style="list-style-type: none"> • dlouhodobý (6 týdnů) • prostředí (Hi-Tech centrum na SPŠOA) • třídy druhého ročníku
Zadání	<ul style="list-style-type: none"> • naskenovat součást a převést na počítačový 3D model
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody

Výstup	<ul style="list-style-type: none"> • naskenovat vybrané součásti • naskenované součásti převést do počítačového 3D modelu
Očekávané cíle	<ul style="list-style-type: none"> • orientovat se v základní terminologii a aplikovat poznatky do praxe • vytvořit 3D počítačový model • spolupracovat ve skupinách • zhodnotit provedenou práci
Očekávané činnosti	<ul style="list-style-type: none"> • brainstorming – diamant • sběr a třídění informací • naskenovat součást a převod na 3D počítačový model • prezentace výrobku • diskuze
Výukové metody	<ul style="list-style-type: none"> • slovní: přednáška, práce s textem, brainstorming • praktické: skenování součásti, pracovní činnosti • experimentální výzkum • programové učení
Organizace	<ul style="list-style-type: none"> • odborná učebna Hi-Tech centrum • kooperativní výuka • práce ve skupinách
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • skenovací měřicí rameno Faro 1x • skenovací zařízení Range Vision Smart 3D skenerem 1x • počítače • tablety • psací potřeby • zápisník
Prezentace	<ul style="list-style-type: none"> • prezentace ve třídě • prezentace na Dnu otevřených dveří • prezentace na letním táboře
Hodnocení	<ul style="list-style-type: none"> • průběžné hodnocení práce • hodnocení po prezentaci, žáci se navzájem hodnotí

	<ul style="list-style-type: none">• závěrečné hodnocení učitelem práce a prezentace žáků
--	--

8.4 Příprava a realizace projektové výuky

V prvních hodinách jsou žáci teoreticky seznámeni s robotickými výukovými sadami a skenovacími zařízeními s pomocí prezentace a ukázkových naučných videí. V následujícím kroku jsou navštíveny odborné učebny, ve kterých proběhne názorná ukázka vybraných technologií. Proběhne také seznámení s jednotlivými komponentami stavebnic, skenovacích zařízení a stručnou terminologií. Jako základ pro projektovou výuku se předpokládají alespoň základní znalosti z fyziky, matematiky, programování. Žáci jsou rozděleni do skupin a přiřadí si role. V prvním bloku se budou věnovat robotickým stavebnicím a ve druhém skenovacím zařízením. Žáci si po rozdělení do skupin vyberou robota z nabídky a vzájemnou spoluprací se snaží postupovat až k finální verzi. Zadavatel koriguje průběh práce a motivuje k dalším krokům.

Projektová výuka byla realizována u žáků druhého ročníku oboru strojírenství, v předmětu informační a komunikační technologie v časové dotaci 2 hodiny týdně po dobu 6 týdnů. Obsazenost studijních skupin se pohybuje do 20 žáků. Při práci byli rozděleni na polovinu. Projektová výuka byla po praktické stránce realizována následovně:

a) robotické sady

První 3 týdny obě skupiny pracovaly se stejným typem robotické sady Mindstorms EV3 Education. V následujících zbylých 3 týdnech první skupina (začátečníci) pokračovala se stejnou robotickou sadou, ale došlo ke změně rolí v týmu. Druhá skupina pokročilý pracovala s robotickou sadou Robotics Competition Set.

b) skenovací zařízení

První týden se žáci seznámili s teoretickými poznatky skenovacího měřicího ramena Faro a Range Vision Smart 3D skeneru. V následujících 5 týdnech se žáci rozdělili do dvou desetičlenných skupin. První skupina pracovala se skenovacím měřicím ramenem Faro a druhá s Range Vision Smart 3D skenerem.

Realizace projektu do výuky č. 1

Název	Projektová výuka se stavebnicí LEGO Mindstorms EV3 a Robotics Competition Set
Zadání	<ul style="list-style-type: none"> • sestavit robotické rameno, výrobní linku, vozítko a uvést je do chodu
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody
Výstup	<ul style="list-style-type: none"> • sestavit robotické modely • naprogramovat robotické modely • uvést robotické modely do chodu • prezentace modelu • závěrečná sebereflexe
Rozbor	<ul style="list-style-type: none"> • kompetence: práce s informacemi a pomůckami, základy programování, znalost softwaru robotických sad, tvorba robotických modelů
Harmonogram	<ul style="list-style-type: none"> • časová dotace 6 týdnů – 12 vyučovacích hodin 1. skupina (začátečníci) 12 vyuč. hodin pracuje se stavebnicí LEGO Mindstorms EV3, po 3. týdnu se prohodí role ve skupině 2. skupina (pokročilí) 3 týdny pracují se stavebnicí LEGO Mindstorms EV3, následující 3 týdnech se stavebnicí Robotics Competition Set
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody
Hodnocení	<ul style="list-style-type: none"> • sestavení a funkčnost robota • týmová spolupráce
Termín zadání	<ul style="list-style-type: none"> •
Termín ukončení	<ul style="list-style-type: none"> •

Realizace projektu do výuky č. 2

Název	Projektová výuka se skenovacím měřicím ramenem Faro a Range Vision Smart 3D skenerem
Zadání	<ul style="list-style-type: none"> • naskenovat součást a převést na počítačový 3D model
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody
Výstup	<ul style="list-style-type: none"> • naskenovat vybrané součásti • naskenované součásti převést do počítačového 3D modelu
Rozbor	<ul style="list-style-type: none"> • kompetence: práce s informacemi a pomůckami, znalost softwaru skenovacích zařízení, tvorba 3D počítačových modelů
Harmonogram	<ul style="list-style-type: none"> • časová dotace 6 týdnů – 12 vyučovacích hodin 1. skupina - skenovací měřicí ramenem Faro 2. skupina - Range Vision Smart 3D skener
Zdroje	<ul style="list-style-type: none"> • vybavení školy, internet, návody
Hodnocení	<ul style="list-style-type: none"> • výsledné 3D modely • týmová spolupráce
Termín zadání	<ul style="list-style-type: none"> •
Termín ukončení	<ul style="list-style-type: none"> •

8.5 Cíl projektové výuky

Cílem projektové výuky je seznámit žáky s robotickými sadami a skenovacími zařízeními, které jsou instalovány ve firmách na podobném principu, ale v upravených verzích. Výše uvedená škola spolupracuje se strojírenskými a technicky zaměřenými firmami a snaží se připravit budoucí zájemce na pracovní prostředí zábavnou formou. Případným zájemcům o tuto oblast je nabídnut zájmový kroužek s podobným zaměřením. Je potřeba znát také odbornou terminologii, se kterou se setkají u moderních technologií, dále si touto cestou rozvíjí psychomotorické schopnosti a jemnou motoriku. Tak jako ve firemním prostředí je preferována týmová spolupráce a komunikace, tak i v projektové výuce je na toto brán zřetel.

8.6 Hodnocení projektové výuky

Realizaci projektové výuky hodnotím kladně, stanovených cílů bylo dosaženo. Inovační technologie vzbudily zájem u žáků, někteří se této problematice dále chtějí věnovat v zájmovém kroužku a jít hlouběji do podstaty věci. Studijní skupina byla složena převážně chlapci. Obsazenost třídy byla proměnlivá dle aktuální přítomnosti žáků na výuce. Náplň projektové výuky vycházel z plánu realizace a bylo postupováno dle časového harmonogramu. Obsahem prvního týdne byl vstup do teoretické problematiky, která je důležitá pro další praktickou práci. V druhém termínu žáci navštívili odborné pracovny a prakticky se seznámili s moderními technologiemi, vyzkoušeli si, jak fungují vybrané moderní technologie a jaké je jejich využití. Třetí a čtvrtý týden byl zaměřen na programování a sestavení robotů a skenování 3D součástí. Prezentace robotických výrobků a naskenovaných modelů proběhlo v pátém týdnu, šestý týden byl věnován závěrečné společné diskuzi a nápadům pro další společnou práci s moderními technologiemi. Při projektové výuce s Mindstorms EV3 Education a Robotics Competetion Set byly pracovní skupiny po 3. týdenní práci rozděleny na začátečníky a pokročilé. Začátečníci pracovali s Mindstorms EV3 Education, ale došlo k prohození rolí v týmu. Sada Robotics Competetion Set byla určena hlavně pro pokročilé. Při projektové výuce se skenovacím měřícím ramenem Faro a Range Vision Smart 3D skenerem byly pracovní skupiny rozděleny na polovinu po celou dobu realizace (nedošlo ke změně skupiny). Všichni žáci se dle svých možností a schopností snažili zapojovat do projektové výuky. Nadšený přístup žáků vedl autora této práce k nápadu seznamování moderních technologií i příští rok v rámci zájmového kroužku. Náročnost projektu spočívala v tom, že bylo obtížné skloubit pracovní běžnou výuku s přípravou tohoto projektu.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá vybranými moderními technologiemi: robotická stavebnice LEGO Mindstorms EV3 Education, Fishertechnik Robotics Competetion Set, skenovací zařízení RangeVision Smart 3D skener a rameno Faro. Cílem této práce bylo seznámit žáky strojírenských oborů s výše uvedenými moderními technologiemi. Teoretická část této práce nabízí vhled do terminologie základních komponent, softwaru, hardwaru u robotických stavebnic a skenovacích zařízení.

Tyto poznatky jsou dále využity pro realizaci vybraných modelů v praktické části, v podobě projektové výuky. Jedná se o robotické rameno, barevný podavač - výrobní linka, robotické vozítko a skenování součástí s následným převodem do 3D modelů. Vybraná řešení byla zvolena s ohledem na nabídku technologií, kterými disponuje SPŠ a také jejich využití v podobě obdobných návrhů, simulací ve firemním prostředí.

Pro praktickou ukázkou seznámení žáků s těmito technologiemi byla zvolena projektová výuka, která se realizovala podle předem stanoveného plánu, který je uveden v praktické části této práce. Výuka pro žáky oboru strojírenství byla přínosná, a u některých vzbudila zájem o výše uvedenou problematiku v podobě zájmového kroužku. Výše uvedeného cíle bylo dosaženo tím, že výuka rozšířila poznatky v oblasti moderních technologií a zvýšila zájem o další profesní zaměření u žáků.

Model projektové výuky může také posloužit ostatním pedagogům informačních technologií. A to jako základní vstup do problematiky nebo pouhé osvěžení výuky. Osobní přínos autora práce je ten, že je potřeba i žákům strojírenských oborů předkládat moderní technologie a rozvíjet jejich povědomí a motivovat je k dalšímu sebevzdělávání. Moderní technologie se neustále vyvíjí, zlepšují, a proto je třeba na tento pokrok reagovat i ve školním prostředí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 45560 LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Doplnková souprava [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/resize/e/1200/1200/files/les/45560.jpg>
- [2] 519143 – ROBOTICS TXT COMPETITION SET [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.helago-cz.cz/files/thumbs/mod_eshop/produkty/146560-txt-31846.217084881.jpg
- [3] Cenově dostupný 3D skener – pro profesionály i pro osobní použití - Technika a trh. *Časopis T+T Technika a trh - Technika a trh* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.technikaatrh.cz/it-ve-vyrobe/cenove-dostupny-3d-skener-pro-profesionaly-i-pro-osobni-pouziti>
- [4] ČECH, J., PERNIKÁŘ, J. a PODANÝ, K. *Strojírenská metrologie*. Akademické nakl. CERM 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 176 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-3070-2.
- [5] Didactic materials TXT Explorer [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-explorer/txt-explorer_gb.ashx
- [6] DOSTÁL, J. a kol. *Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 273 s. Monografie. ISBN 978-80-244-5238-8.
- [7] DOSTÁL, J. *Elektrotechnické stavebnice a jejich význam pro vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 131 s. Monografie. ISBN 978-80-244-4665-3
- [8] DOSTÁL, J., KOŽUCHOVÁ M. *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. 211 s. Monografie. ISBN 978-80-244-4913-5.
- [9] ERYCH, L. a kol. *Priority pro českou vzdělávací politiku: mimořádné zasedání Výboru pro vzdělávání OECD v Praze 26.-24.4.1999*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 1999. 51 s. ISBN 80-211-0330-2.
- [10] Fischertechnik 519143 Robotics Competition Set. *Stavebnice pro chytré děti* [online]. 2020 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <http://www.stavebniceprochytredeti.cz/cs/fischertechnik-519143-robotics-competition-set-113.html>
- [11] Fischertechnik 93296 ROBO Pro Software for Windows [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <http://www.stavebniceprochytredeti.cz/cs/fischertechnik-93296-robo-pro-software-for-windows-33.html>
- [12] HAVELKA, M., STOFFOVÁ, V. *Robotika - stavba a programování robotů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 86 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-5194-7.

- [13] JAŠEK, R., SEDLÁČEK, M. *Laboratoř oboru – učitelství informatiky pro střední školy* [online]. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016 [cit. 2020-07-10]. ISBN 978-80-7454-624-1. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/39366>
- [14] KALHOUS, Z. a kol. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4
- [15] KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2016. 160 s. ISBN 978-80-210-8163-5
- [16] KROPÁČ, J. *Didaktika technických předmětů: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004. 223 s. Skripta. ISBN 80-244-0848-1.
- [17] Měřicí ramena FARO [online]. PRIMA BILAVČÍK s.r.o.[cit. 2020-5-07]. Dostupné z: <https://www.merici-pristroje.cz/faro-1/>
- [18] MINDSTORMS EV3 Building Instructions | LEGO EV3 Education. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://education.lego.com/en-au/support/mindstorms-ev3/building-instructions>
- [19] MINDSTORMS EV3 education – uživatelská příručka [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/files/download/ev3-manual-cz.pdf>
- [20] PARK, E. J. *Lego Mindstorms EV3 stavíme a programujeme roboty*. 1. vyd. Brno Computer Press, 2015. 373 s. ISBN 978-80-251-4385-8.
- [21] Program Descriptions Color Sorter. *Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO EV3 Education* [online]. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://le-www-lives-legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-color-sorter-169104cd2931818b441f5be6391a3249.pdf>
- [22] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 7. vyd. Praha: Portál, 2013. 395 s. ISBN 978-80-262-0403-9.
- [23] Rangevision SMART ScanCenter 2016.2 Manual. *ManualsLib - Makes it easy to find manuals online!* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1703521/Rangevision-Smart-Scancenter-2016-2.html>
- [24] ROBOT TX Explorer Activity Booklet [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-explorer/txt-explorer_es.ashx
- [25] Robotics Competetion Set – fishertechnik. Fishertechnik.de – Building blocks for life [online]. 2020 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://fishertechnik.de/en/products/teaching/stem-robotics-competetion-set>
- [26] SPILKOVÁ, V. Proměna školy jako výzva pro učitelské vzdělávání – klíčové trendy ve výuce didaktiky In *Didaktika - opora proměn výuky*. Sborník příspěvků z celostátní konference s mezinárodní účastí, Hradec Králové: Gaudeamus, 2004, 119 s. ISBN 8070414987.

[27] TXT Controller [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassungen/ft/TXT-Controller_es.pdf

[28] TXT Discovery Set [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/spielen/txt-discovery-set/txt-discovery-set_en.ashx

[29] VALENTA, J. *Pohledy: Projektová metoda ve škole a za školou*. 1. vyd. Praha: IPOS ARTAMA, 1993. 61 s. ISBN 80-7068-066-0.

[30] *Výroční zpráva o činnosti 2018/2019* [online]. Uherský Brod, 2019 [cit. 2020-07-20]. Ke stažení dostupné z: http://www.spsoa-ub.cz/cardfiles/card-1026/card-1027/files/vyrocnizprava-2018-2019.pdf_3344d0d4fd468dbd2355cedc425a22bc1578898995.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	tři dimenze
a.s.	akciová společnost
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
bit.	bitový (bit = základní jednotka informace)
CD	compact disk
CD-ROM	compact disc read-only memory
CNC	computer numerical control
č.	číslo
EUR	euro
EV3	evolution 3
GB	gigabyte
GHz	gigahertz
HDMI	high-definition multimedia interface
Hi-Tech	high technology
INC	incorporation
IR	infrared
LCD	liquid-crystal display
LED	light-emitting diode
LEGO	leg godt
max.	maximální, maximum
MB	megabyte
MHz	megahertz
Mpix	megapixel

např.	například
obr.	obrázek
RAM	random access memory
RVP	rámcový vzdělávací program
SPŠ	střední průmyslová škola
tzv.	takzvaný
USB	universal serial bus
Wi-Fi	wireless fidelity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Robotická sada Mindstorms EV3.....	17
Obr. 2 - Úvodní obrazovka LEGO MINDSTORMS Education EV3.	18
Obr. 3 - Popis uživatelského rozhraní.....	19
Obr. 4 - Zapojení komponent.....	21
Obr. 5 - Čelní pohled na kostku.....	22
Obr. 6 - Indikace stavů.....	23
Obr. 7 - Pravá a levá boční strana.....	24
Obr. 8 - Odnímatelný kryt baterie.....	24
Obr. 9 - Indikace stavů.....	25
Obr. 10 - Výstupní / vstupní porty.....	25
Obr. 11 - Bluetooth, Wi-Fi.....	26
Obr. 12 - Robotocs Competetion Set.....	29
Obr. 13 - Instalační soubor a následné zahájení instalace.....	30
Obr. 14 - Licenční ujednání a následné kopírování.....	30
Obr. 15 - Instalace dodatečných ovladačů_1.....	31
Obr. 16 - Instalace dodatečných ovladačů_2.....	31
Obr. 17 - Instalace dodatečných ovladačů_3.....	31
Obr. 18 - Úvodní obrazovka programu.....	32
Obr. 19 - Nabídka možností úvodní obrazovky.....	32
Obr. 20 - Úvodní obrazovka – ROBO Pro.....	33
Obr. 21 - Rozhraní.....	34
Obr. 22 - Test rozhraní.....	34
Obr. 23 - Řídící jednotka.....	35
Obr. 24 - Tlačítkový spínač.....	37
Obr. 25 - Indikace stavu (hlavní nabídka).....	38
Obr. 26 - Čelní pohled.....	40
Obr. 27 - RangeVison Scan Center - první spuštění.....	41
Obr. 28 - Rameno Faro.....	43
Obr. 29 - Popis částí ramene.....	44
Obr. 30 - Pořadač s komponenty.....	47
Obr. 31 - Díly stavebnice_1.....	48
Obr. 32 - Díly stavebnice_2.....	48

Obr. 33 - Robotické rameno	49
Obr. 34 - Potřebné komponenty pro rameno	49
Obr. 35 - Cesta stavební dokumentace pro rameno	50
Obr. 36 - Stavební návod pro rameno	50
Obr. 37 - Úvodní stavební kroky robotického ramene	51
Obr. 38 - Výsledná stav robotického ramene	51
Obr. 39 - Robotické rameno (schéma programu_1)	52
Obr. 40 - Robotické rameno (schéma programu_2)	52
Obr. 41 - Potřebné komponenty pro barevný třídič	53
Obr. 42 - Cesta stavební dokumentace pro barevný třídič.....	54
Obr. 43 - Stavební návod pro barevný třídič	54
Obr. 44 - Úvodní stavební kroky pro barevný třídič.....	55
Obr. 45 - Výsledný stav barevného třídiče	55
Obr. 46 - Barevný třídič (schéma programu_1).....	57
Obr. 47 - Barevný třídič (schéma programu_2).....	57
Obr. 48 - Barevný třídič (schéma programu_3).....	57
Obr. 49 - Pořadač s komponenty	58
Obr. 50 - Díly stavebnice Robotics Competetion Set.....	59
Obr. 51 - Základní model.....	60
Obr. 52 - Potřebné komponenty pro robotické vozítko	61
Obr. 53 - Sestavení základny_1	61
Obr. 54 - Sestavení základny_2	62
Obr. 55 - Sestavení základny_3	62
Obr. 56 - Sestavení základny_4	63
Obr. 57 - Osazení pásy.....	63
Obr. 58 - Řídící jednotka	64
Obr. 59 - Řídící jednotka	64
Obr. 60 - Připojení senzorů k zákl. modelu	65
Obr. 61 - Připojení senzorů s řídicí jednotkou.....	65
Obr. 62 - Nastavení motorů	66
Obr. 63 - Čekací doba	66
Obr. 64 - Final.....	68
Obr. 65 - Výsledek programu	68

Obr. 66 - Podprogramy	69
Obr. 67 - Senzory	69
Obr. 68 - Motory	69
Obr. 69 - Bzučáky	70
Obr. 70 - Řemenice	71
Obr. 71 - 3D sken	71
Obr. 72 - Elektroda	72

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Technická specifikace 3D skeneru40

Tab. 2 - Technická specifikace Arm Fusion43

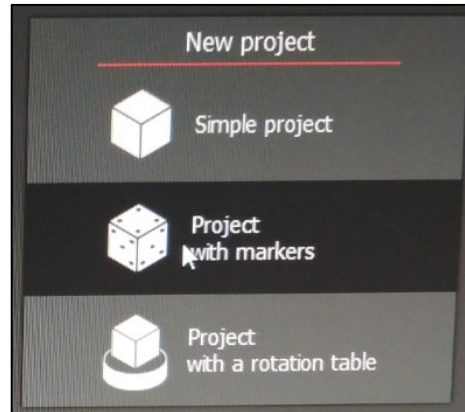
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Proces skenování 3D skenerem

Příloha P II: Proces skenování měřicím ramenem Faro

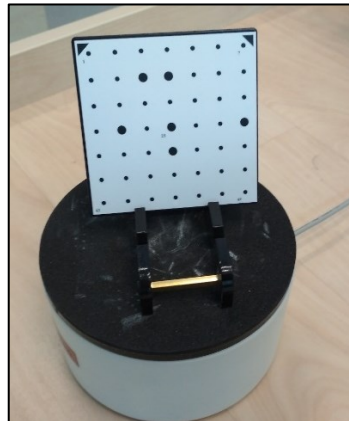
PŘÍLOHA P I: PROCES SKENOVÁNÍ 3D SKENEREM

Ze tří způsobů skenování bylo vybráno skenování pomocí otočného stolku, kvůli jednoduchému nastavení a automatickému procesu skenování součásti, nicméně pro pochopení jsou rozepsány všechny možnosti.



Pomocí otočného stolu

Buď použijeme otočný stůl (ten funguje tak, že si skenovací zařízení zkalibruje stůl sám a uživatel si potom nastaví po kolika stupních se má stůl dále otáčet). Skener bude vědět, že stůl se bude následně otáčet např. o 10°, tak pozná, jak snímky (skeny) k sobě patří. To vše automaticky (automaticky tedy následně skeny spojuje).

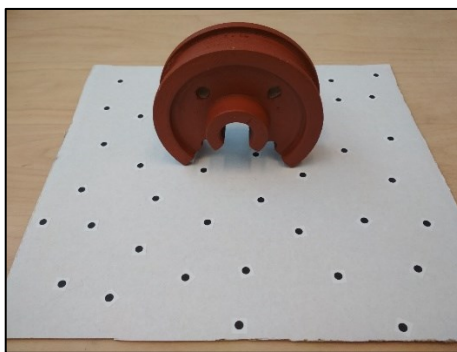


Skenování na volno

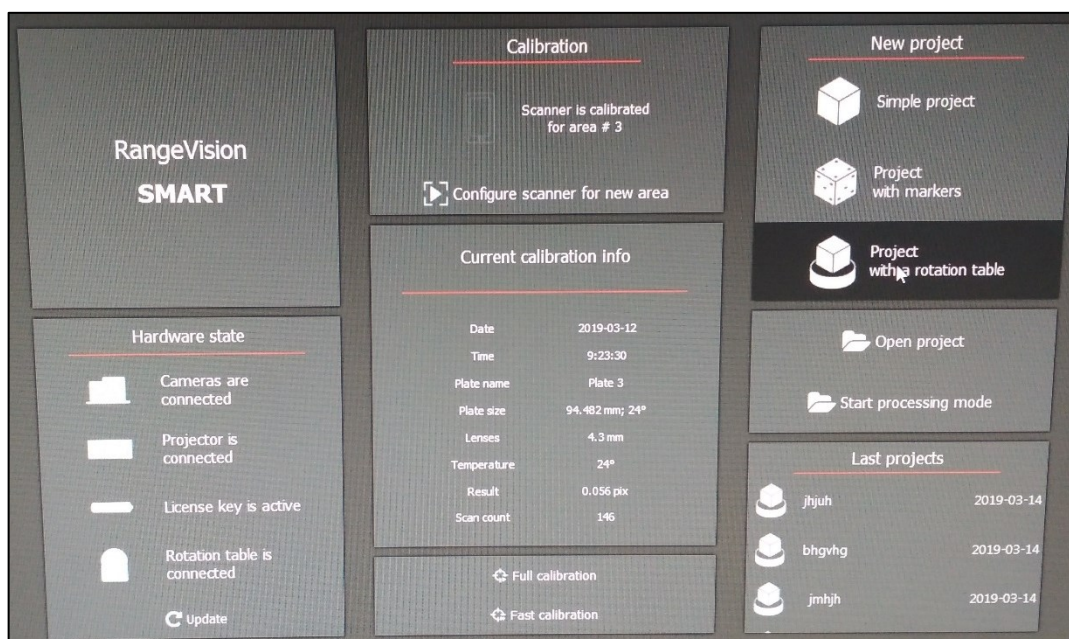
Dá se skenovat i na volno, kdy si ručně součást oskenujeme a následně jednotlivé skeny pospojujeme. Tento postup je velice náročný. Otočný stůl tedy usnadňuje práci.

Pomocí podložky

Přístroj si nasnímá mapu bodů, obsluha s ní následně ručně otáčí a opět přístroj samostatně dokáže rozpoznat, o kolik stupňů se součást pootočila. Předpokladem je, že se nesmí pohnout objektem na podložce. Během otáčení se skeny průběžně zpracovávají a na konci procesu snímání se opět pospojují do jednoho celku.



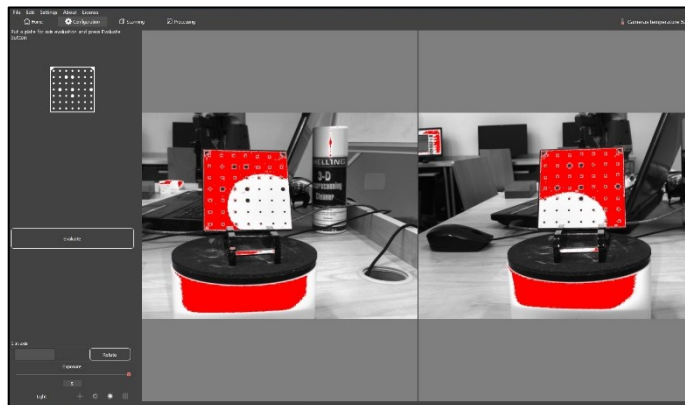
Na přehledné obrazovce programu je volena volba „Project with rotation table“, což je varianta s otočným stolem. Následně započne kalibrace kamer.



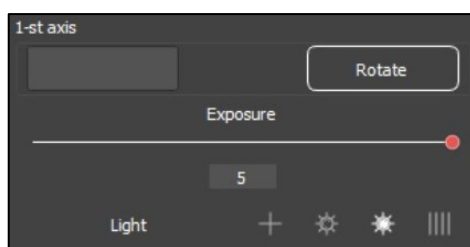
Červené místa během kalibrace znamenají přesvícení. Takové přesvícení je nežádoucí a je třeba ubrat z expozice (vliv na přesvícení může mít také dopad slunečního světla či osvětlení v místnosti). Například při skenování objektu, který obsahuje černé plochy, se tyto plochy vůbec naskenují. Je to dáno tím, že dopadající světlo se na skenovaném objektu ztratí.

Absenci automatické korekce tohoto jevu lze s programem řešit tak, že při skenování barevných částí (včetně černé barvy), kdy se při prvním skenování určité oblasti vůbec nezobrazí

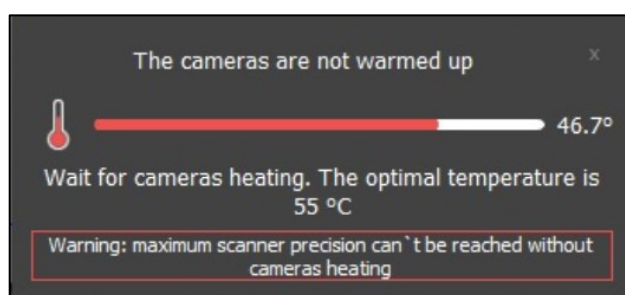
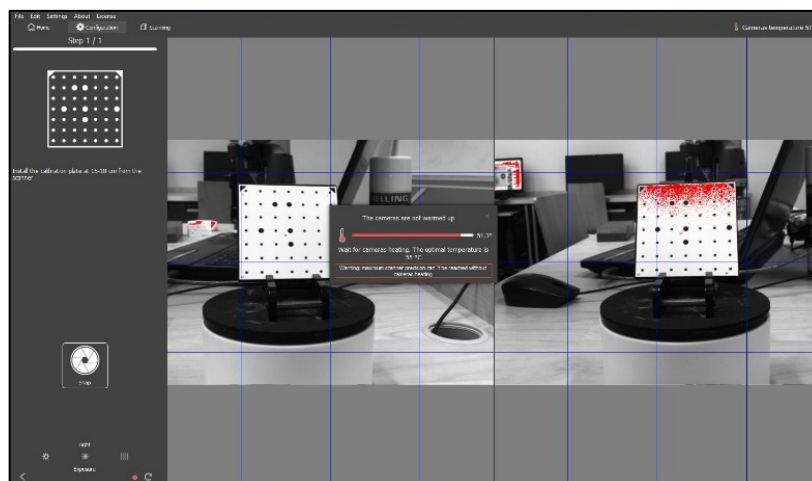
(kvůli promíchání se světlem) je řešeno druhým skenováním, u kterého je nastaveno přesvícení. Tedy dvakrát stejné skenování s různým nastavením. Tím obdržíme rozdílně viditelné části stejného modelu.



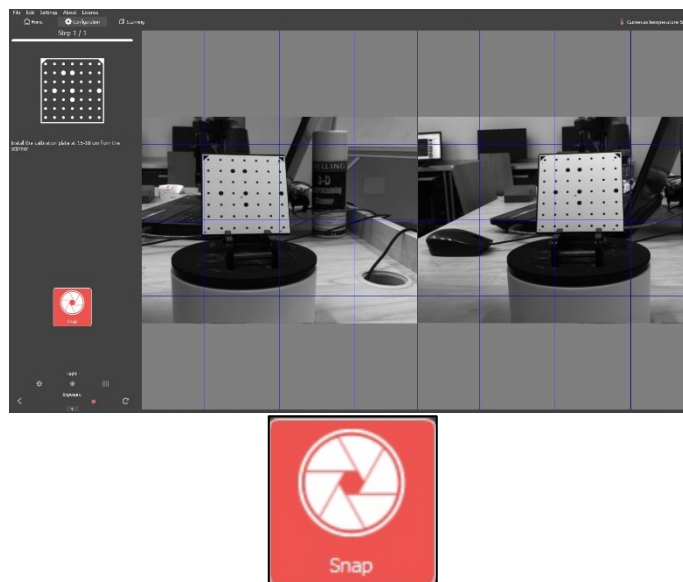
Při přesvícení kalibrační desky je vhodné pomocí posuvníku pro následnou redukci volit hodnoty mezi 1 až 2. Přesvícenost může být dána nejbližší polohou kamer, čímž dochází k většímu nasvícení projektorem skeneru.



Jako optimum pro zahřátí kamery je udávána hodnota 55 °C. Při nedostatečném zahřátí může následně docházet ke snižování přesnosti skenování.



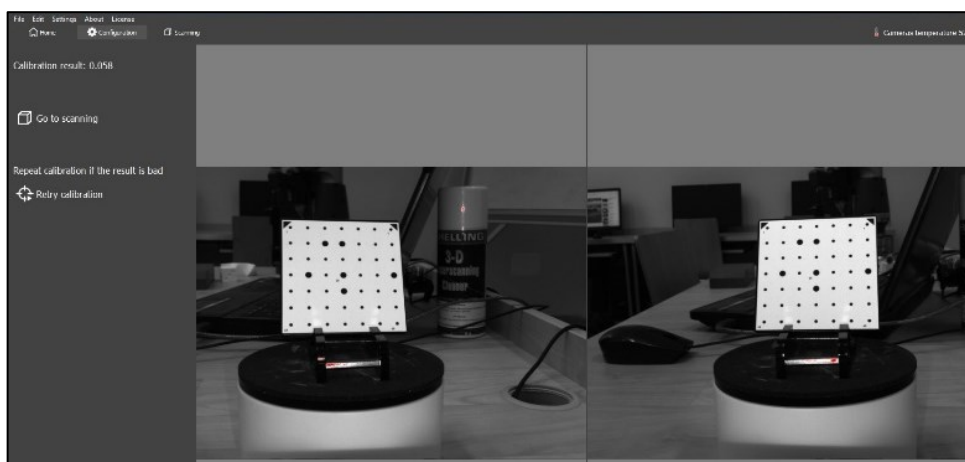
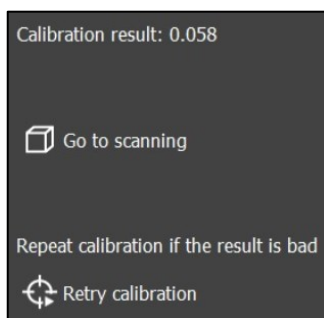
Po dokončení procesu zahřátí kamery lze přistoupit k pořízení snímku (tlačítko Snap) a následnému zaostření kamer.



„Calibration result“ indikuje přesnost předchozího průběhu kalibrace (v tomto případě 0,058). Skener má přesnost danou v desetíně milimetru, což hodnota 0,058 v tomto případě splňuje. Výsledné hodnoty, které uživatel bude akceptovat jsou pouze na něm. Pokud bude

např. výsledná dosažená hodnota kalibrace 0,15 a bude již uživatelem neakceptovatelná, přistoupí tedy k výběru větší podložky, kterou opětovně zkalibruje, dokud nebude s výslednou hodnotou spokojen. Platí, že výsledná by měla být menší jak 0,1.

Po kontrole hodnoty přichází na řadu samotné skenování (volba „Go to scanning“).



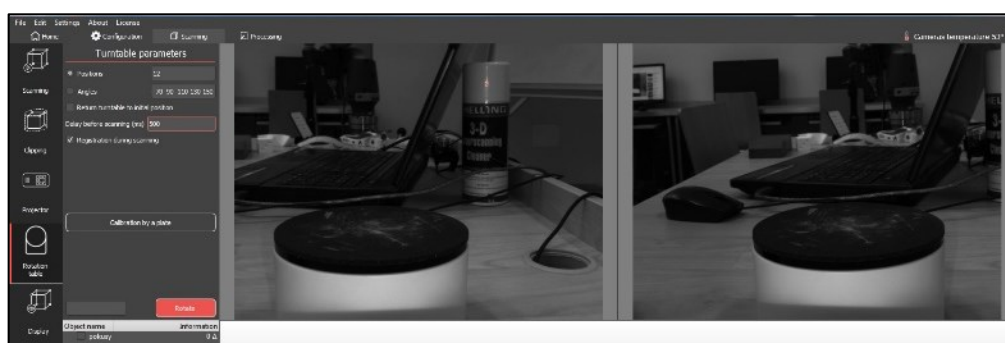
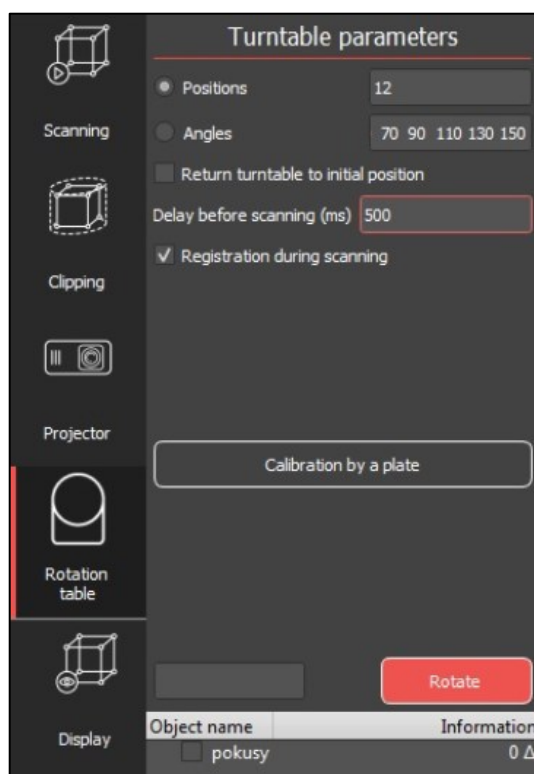
Založení nového projektu se provádí z nabídky „File“ a dále „New Project“ a následně volba názvu pro nový projekt (v tomto případě je volen název projektu „pokusy“), do kterého budou průběžně ukládány skenované snímky dané součásti.

Pokud není se stolem v průběhu nastavování skenovacího programu pohnuto, lze zahájit nové skenování součásti ihned. V opačném případě je provést kalibraci skeneru znovu. Volba „Rotation table“ (rotační stůl) umožňuje nastavení otočného stolu pomocí několika možností.

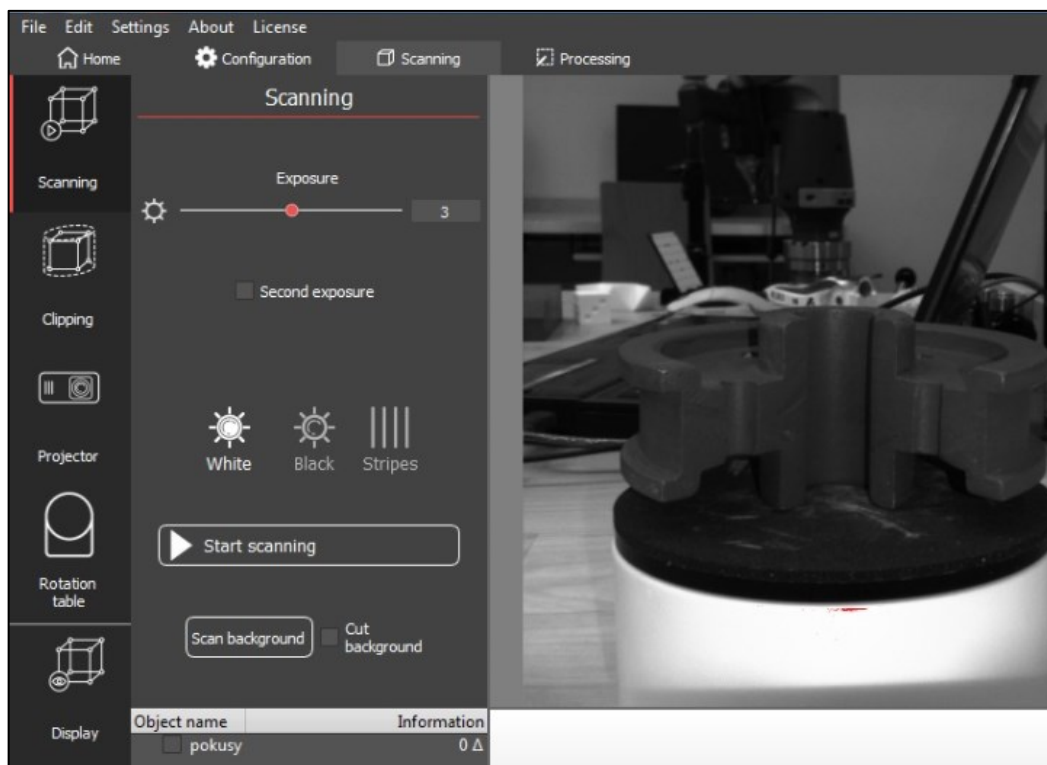
Druhy možností skenování pomocí otočného stolu:

- Nastavením počtu pozic otočného stolu (ruční zadání) – určuje počet kroků otočení. Např. 12 kroků je realizováno po 30° ($12 \times 30 = 360^\circ$). Velikost kroků určuje počet výsledných skenů. Při složitější součásti je třeba více skenů, tudíž více kroků,
- Nastavením úhlů – je možno volit dle přednastavených (po 20) krocích nebo dle individuálního nastavení, např. první krok 10° , druhý 5° (nepravidelně).

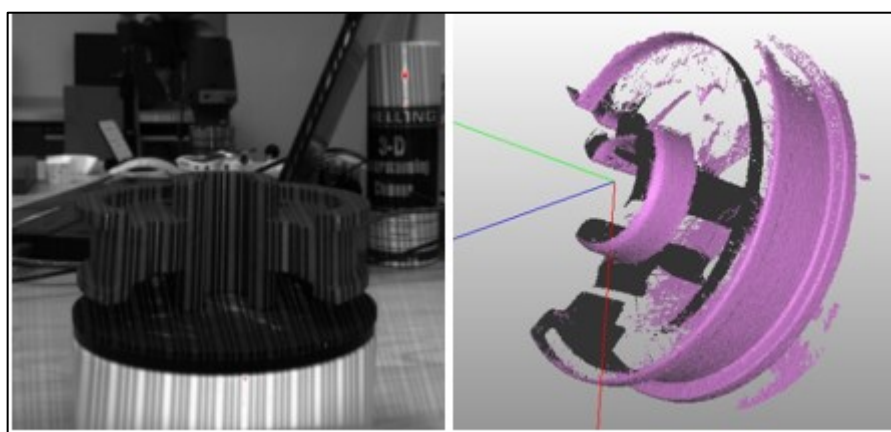
Během skenování je vhodné nastavit zpoždění („Delay“) v milisekundách, které určuje zpoždění, po kterém následuje další krok skenování. Jako příklad může být skenování objektu, jehož stabilita není ideální (po otočení stolu se objekt zakymácí) a je třeba určitý čas počkat, dokud se nestabilizuje.



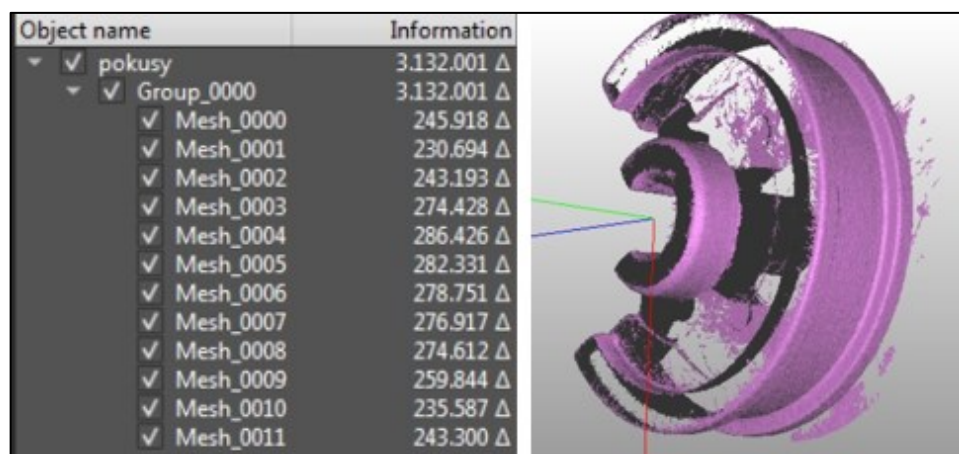
Před samotným zahájením skenování se dodatečně nastavuje expozice. Ta je sice nastavována při úvodní kalibraci (bez součásti), nicméně po umístění součásti na otočný stůl může dojít k situaci, kdy tato součást bude na některých svých částech opět přесvícena. Řešením je tedy dodatečná úprava pomocí posuvníku („Exposure“) a nastavení odpovídající hodnoty pro uživatele přijatelnou.



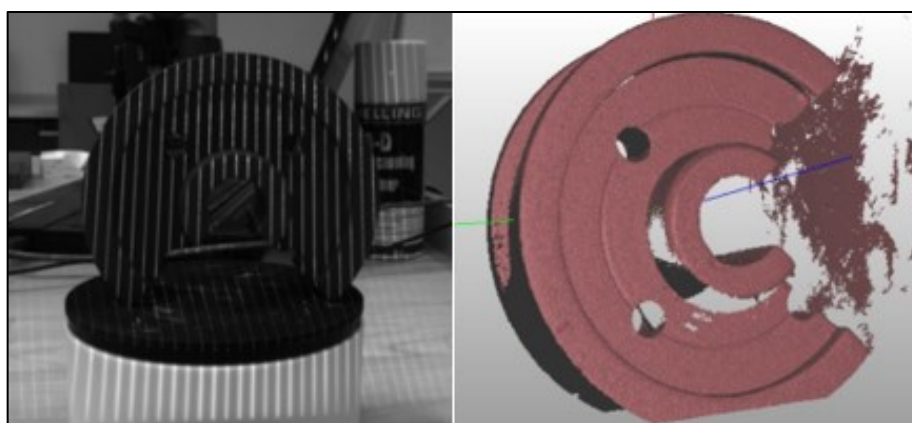
Zahájení samotného skenování, během něhož program snímá součást, což je zobrazeno pomocí pruhů. Skener promítá pruhy, ty, jak se dále posouvají po součásti, která je otáčena dle zadaných kroků. Následně program provádí ukládání jednotlivých snímků ve formě sérií souborů. Tyto soubory postupně spojováním vytvářejí výsledný model. Je třeba dávat pozor na předměty umístěné v těsné blízkosti otočného stolu, neboť může dojít k nasnímání daného předmětu spolu se skenovaným objektem.



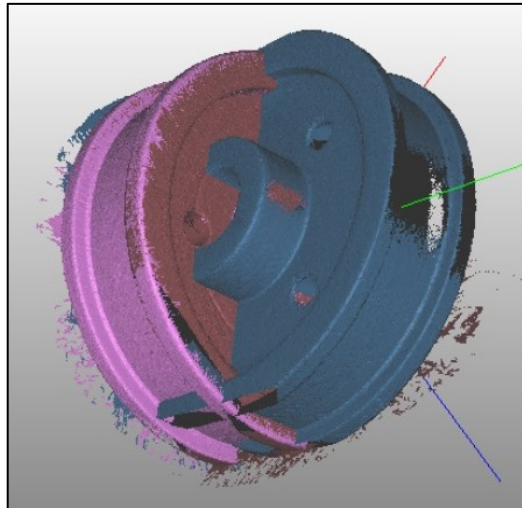
Výsledný obraz (první sken) zpracovaný programem po nastavení dvanácti kroků skenování. Z obrázku je zřejmé, součást není nasnímána dostatečně, proto je nutné provést skenování další, při kterém bude pootočen či jinak umístěn skenovací objekt s cílem dosáhnout přesnějšího obrazu dané součásti.



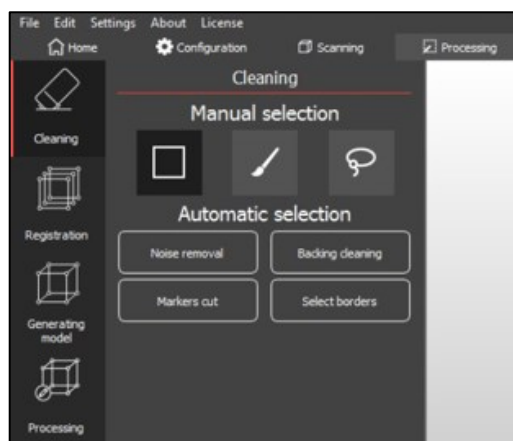
Druhý sken, při němž byla změněna poloha pro doplnění výsledného obrazu. Předchozí data je vhodné pro lepší orientaci s aktuálním obrazem skrýt. Počet poloh je tedy dán složitostí objektů.

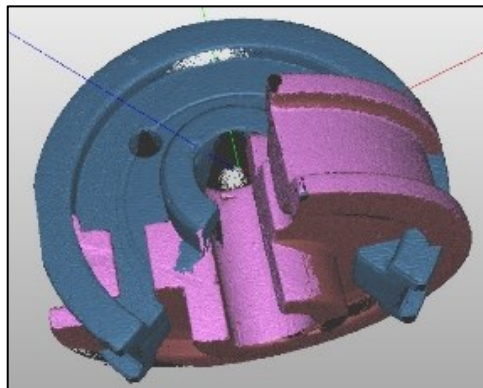
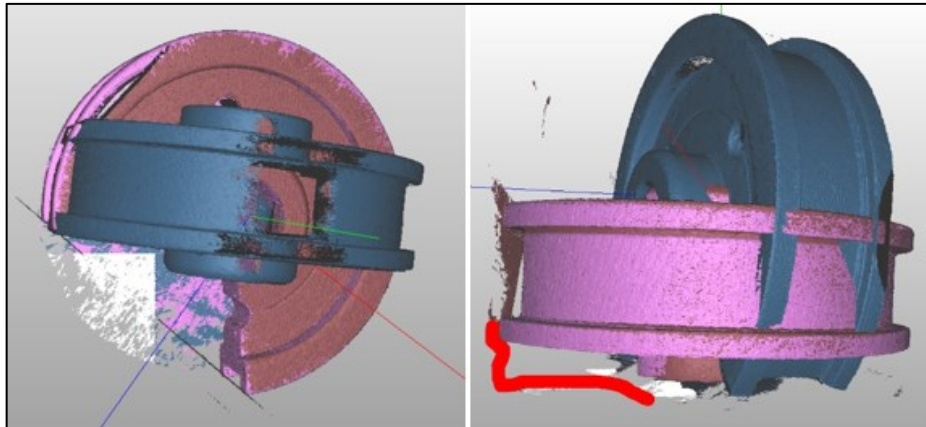


Druhý sken tedy není ani po svém dokončení akceptovatelný z důvodu chybějících ploch, proto byl opět umístěn na novou pozici na otočném stole a byla zahájena třetí fáze, jejímž výsledkem je model součásti, díky níž je vhodné zkompletovat jednotlivá data pořizovaná ze všech fází a získat tím přesnější a věrnější objekt. Při dostatečném počtu nasnímaných ploch program automaticky jednotlivá data spojí a vytvoří samostatný výsledný objekt. V opačném případě zbývá jednotlivé objekty ručně spojit. Na obrázku je zobrazen obraz tří objektů, z nichž dva jsou spojeny (díky nalezení vhodných společných bodů) a třetího objektu, který zřetelně vyčnívá.

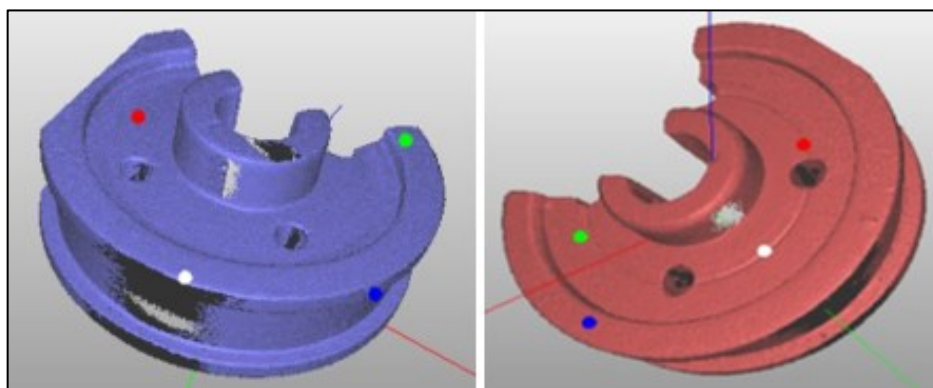
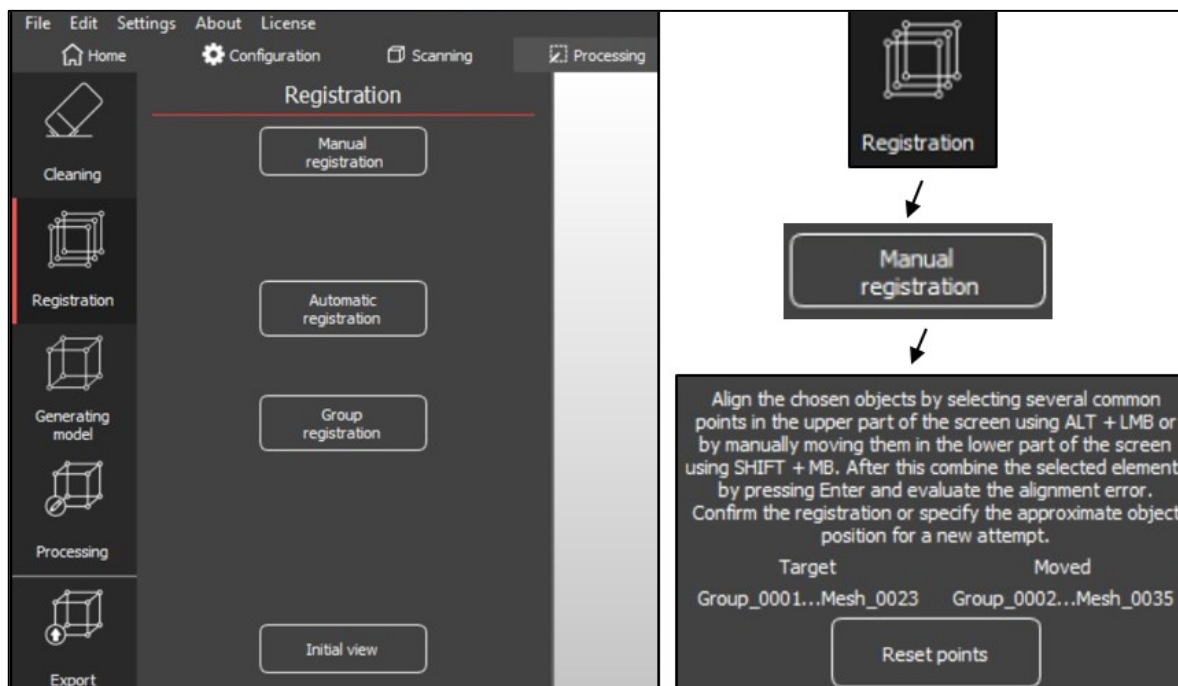


Po získání veškerých dat a výsledných objektů z nich vyplývajících, následuje odstranění nadbytečných (nežádoucích) dat. K tomuto účelu slouží záložka „Processing“ a volba „Cleaning“ (čištění), která umožňuje pomocí nástrojů určených k úpravě nasnímaného objektu tento upravit (oprostit jej od nežádoucích dat). K tomu slouží obdélníkový výběr, výběr pomocí štětce, tzv. volný výběr nebo automatické odstranění dat. Proces odstraňování přebytečných dat je časově náročný a záleží na samotném uživateli, který dle svého uvážení bude chtít dosáhnout tzv. čistého modelu. Při čištění je vhodné postupně skrývat / zobrazovat jednotlivé skeny, což zaručí lepší viditelnost a následnou práci (úpravu). Poslední sada obrázků demonstruje finální očištění, odstranění šumů.

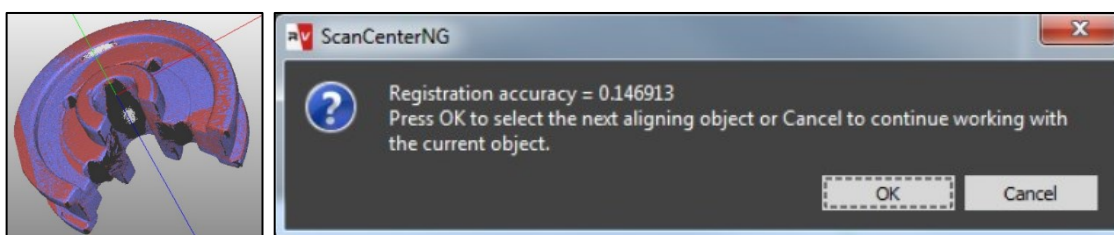




Po očištění modelu, dále volbou „Registration“ software umožňuje pospojovat jednotlivé skeny v jeden pomocí několika možností jako manuální, automatické či skupinové spojování. Ukázka v této práci demonstruje ruční spojování – „Manual registration“. Předpokladem je umístění jednotlivých skenů vedle sebe, respektive těch skenů, které k sobě nepatří (nebyly automaticky spojeny). Cílem je umístit oba objekty do stejné polohy a najít na skenech společné plochy pomocí programu. To je provedeno přidržením klávesy ALT a následného navolení společných bodů. Pomocí volení vhodných bodů se program poté snaží dané body spojovat a vytváří tak jeden výsledný model. Páry bodů patřící k sobě jsou programem zbarveny stejnou barvou. Optimální počet bodů je volen 5 až 6. Pokud jsou předchozí skeny již automaticky spojeny, je vhodné alespoň jeden z nich skrýt, tak jak je zobrazeno na obrázku.

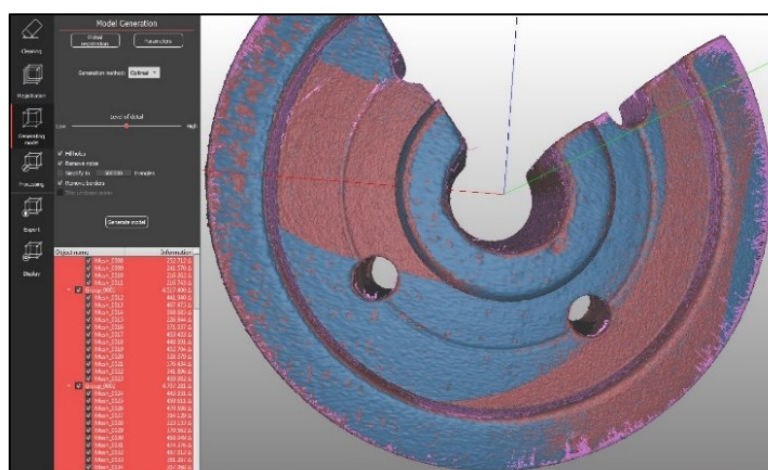
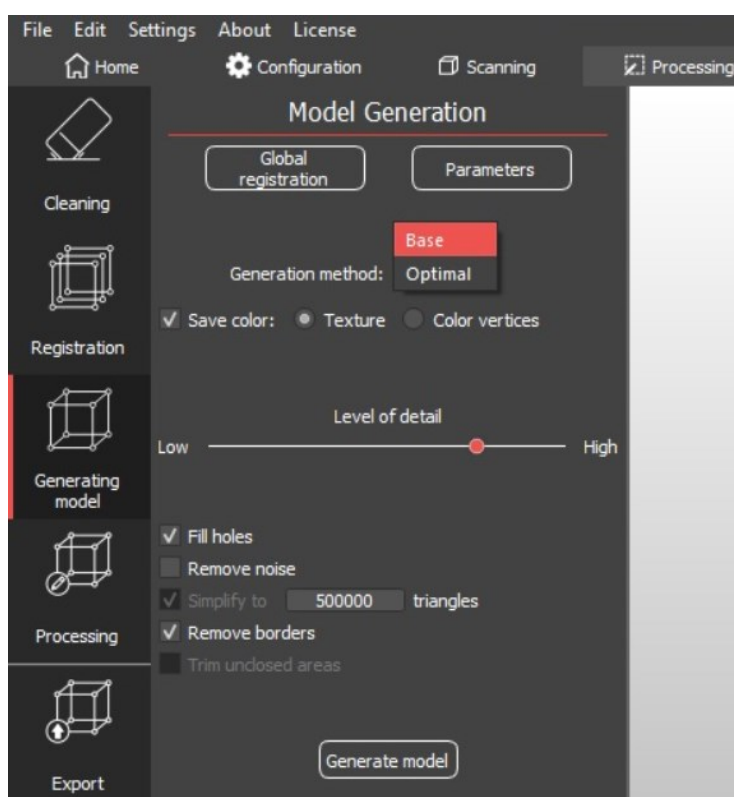


Klávesa ENTER následně zajistí zpracování navolených dat a zobrazení výsledného spojeného modelu. Modelu, který zobrazuje tři modely v jeden. Obrázek níže demonstruje nevhodně navolené body, tedy nepřesnost, protože výsledná hodnota by měla být opět do 0,1. Současná hodnota byla hodnocena 0,146913, což je mimo optimální hodnotu. Řešením dané situace je tedy opětovné navolení bodů a zjištění hodnoty nové.

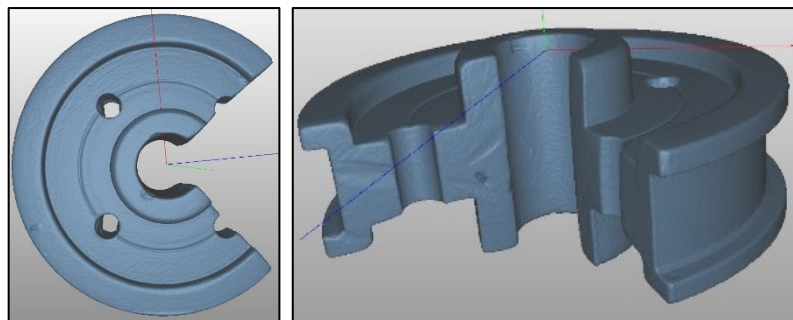


Výsledný model bude následně generován pomocí dvou metod, a to metody „Base“ a „Optimal“. Rozdíl v těchto metodách je v generování modelu, kde např. metoda „Base“ představuje lepší výsledek modelu, u kterého jsou menší hrany. Volba metody tedy závisí na samotném uživateli, který rozhodne dle skenované součásti a jejich tvarů.

Pokud je skenovaná součást barevná a je požadavek na zachování barevného modelu, je vhodné potvrdit volbu „Save color“ a následně volbu detailů pomocí posuvníku „Level of detail“. Zde platí, čím větší detail, tím více polygonů. „Fill holes“ je metoda na vyplňování děr (např. chybějící kousek plochy), nevyplní tedy naskenovaná data reprezentující díru. „Remove noise“ se stará o odstranění šumu, např. právě v oněch dírách.

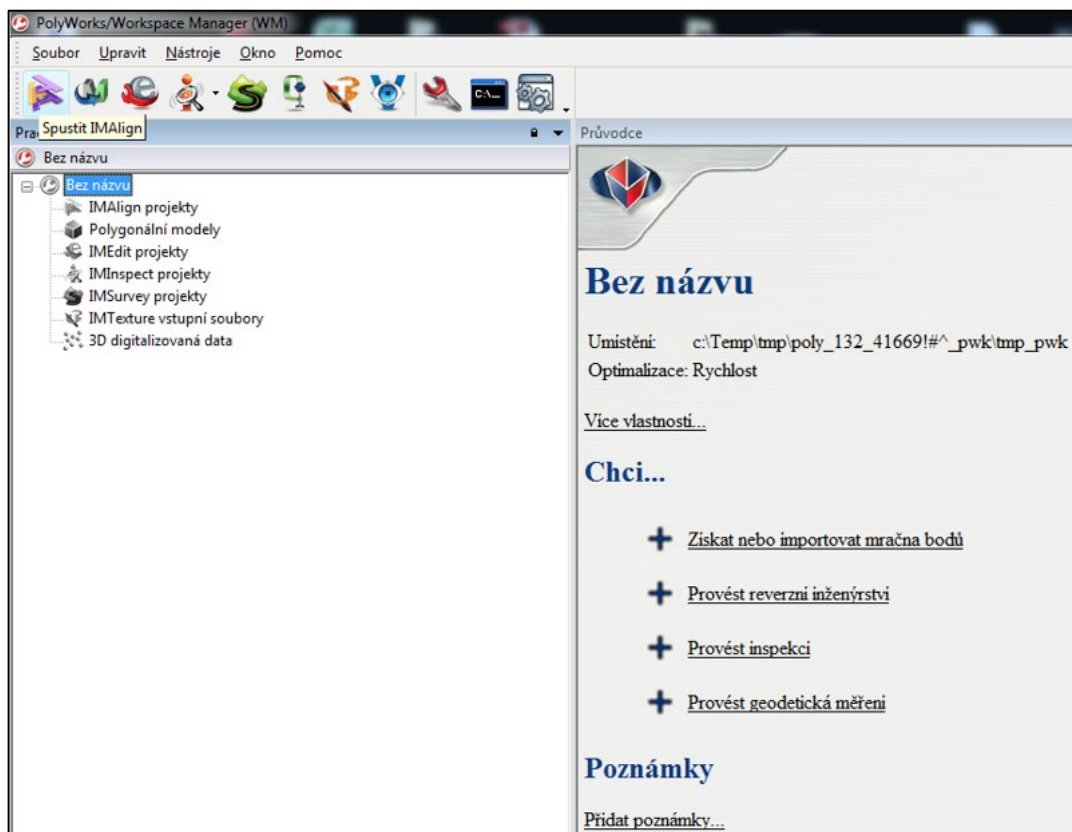


Výsledný model po úpravách (různé pohledy).

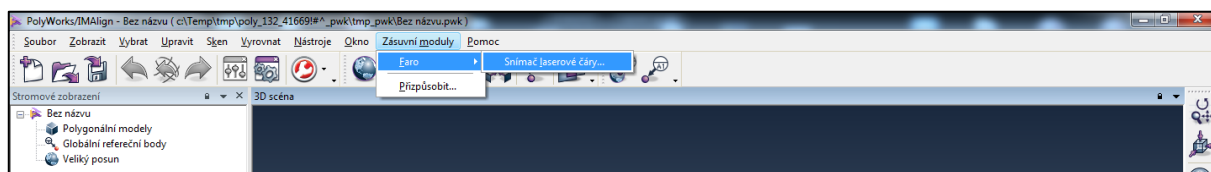


PŘÍLOHA P II: PROCES SKENOVÁNÍ MĚŘÍCÍM RAMENEM FARO

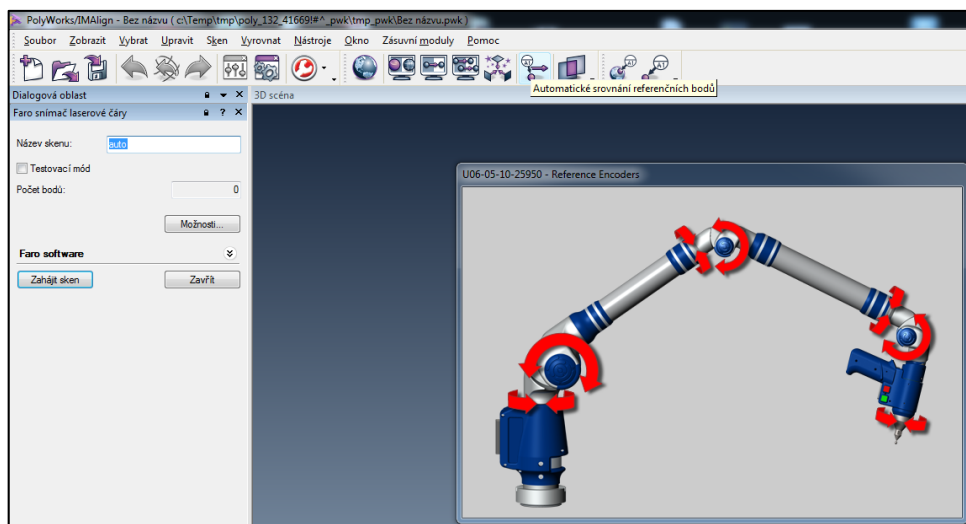
Před zahájením samotného skenování se spustí v programu PolyWorks modul IMAAlign. Uvedený modul slouží ke spojování skenů.



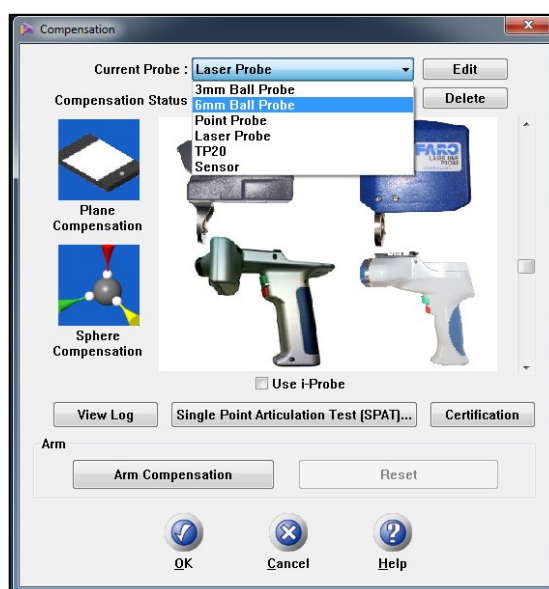
Nabídka „Zásuvné moduly“ → „Faro“ → „Snímač laserové čáry“. Tento snímač spustí skenování. Přístrojů může být připojeno více.



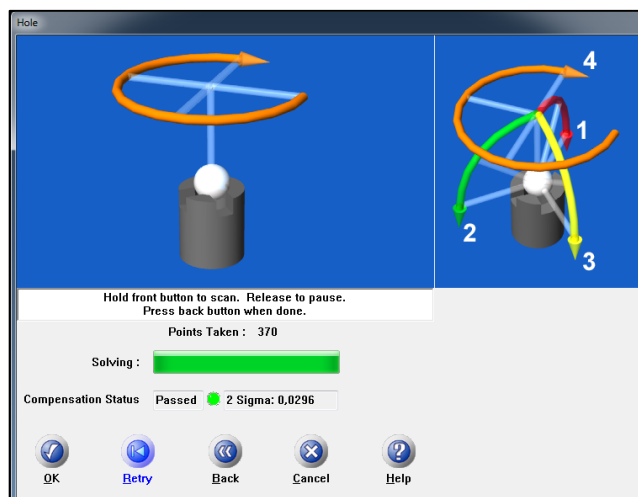
Další fází je rozhýbání kloubů, díky čemuž dojde k tzv. osahání poloh. Tato fáze předpokládá důkladné rozhýbání kloubů, což má následně vliv za výsledek kalibrace (při kalibraci dotekem může docházet k nepřesným hodnotám během procesu kalibrace). Volba „Možnosti“ umožňuje kontrolu, zda je rameno zkalibrováno. Kalibraci vhodné provést vždy po delší odmlce skenování mezi různými projekty. Pokud je rameno vypnuto nebo se změní teplota, je vhodné provést opětovnou kalibraci. Kalibrace se provádí tak, že se zkalibruje nejprve na dotyk pomocí kalibrační destičky k tomuto účelu určené.



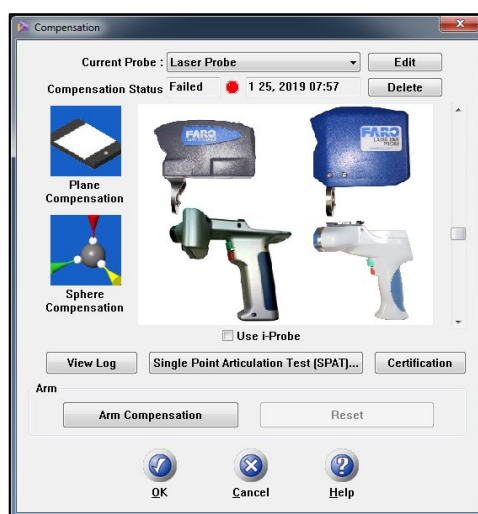
V následujícím kroku je vybrán typ snímače (v tomto případě) 6 mm kulička, která je také osazena na snímacím přístroji (snímací pistolí).



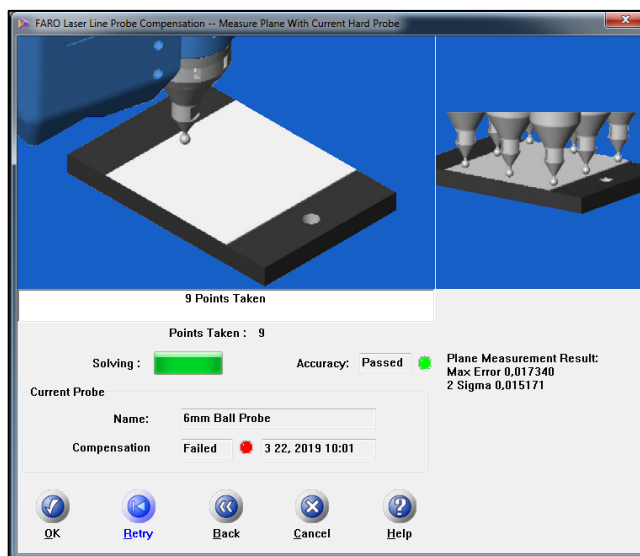
Abychom mohli zkalibrovat laser, je nutné mít napřed zkalibrovanou určitou plochu. Pomocí vestavěného průvodce kalibrací a k tomu určenému kalibračnímu kusu jsou nasnímány body pod různými úhly. Zda byla kalibrace úspěšná je uživatel informován zobrazenou hodnotou nepřesnosti a taktéž pomocí statusu, který informuje o úspěchu či neúspěchu během kalibrace. Pro případ neúspěšné kalibrace, lze jednoduše celou akci provést znova volbou „Retry“ na kalibrační obrazovce. Hodnota přesnosti v tomto případě provedené kalibrace byla zaznamenána 0,0296.



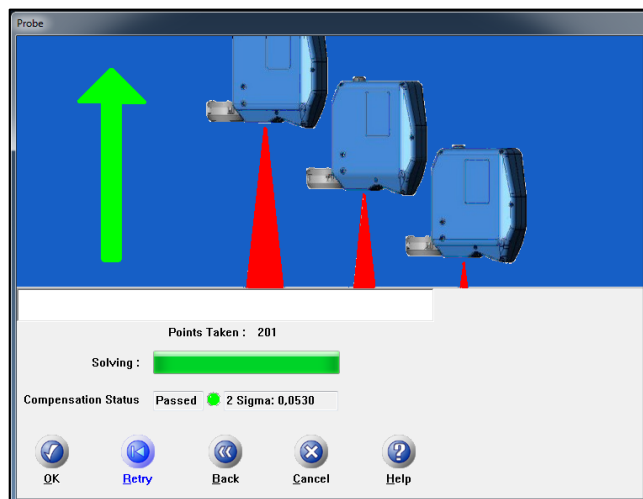
Následně na zkalibrované podložce bude provedena kalibrace laserového snímače opět pomocí graficky ztvárněného průvodce. Obrázek demonstruje výběr sondy, která byla použita při předešlé kalibraci.



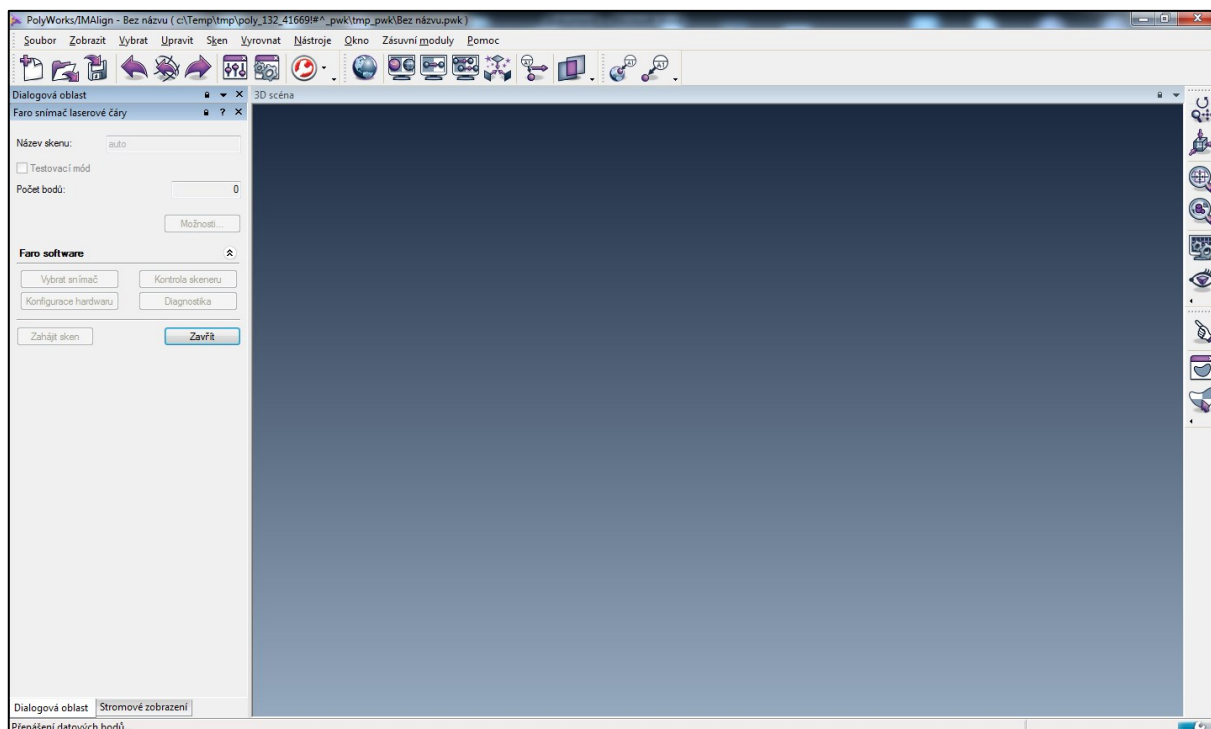
Kulička je zkalibrována, následně pomocí této kuličky zkalibrujeme plochu. Chybný výsledek může být zapříčiněn např. volbou špatného směru během procesu kalibrace. Po dokončení průvodce dojde ke zkalibrování kalibrační podložky, která dále slouží k dalšímu kroku a tím je kalibrace laseru.



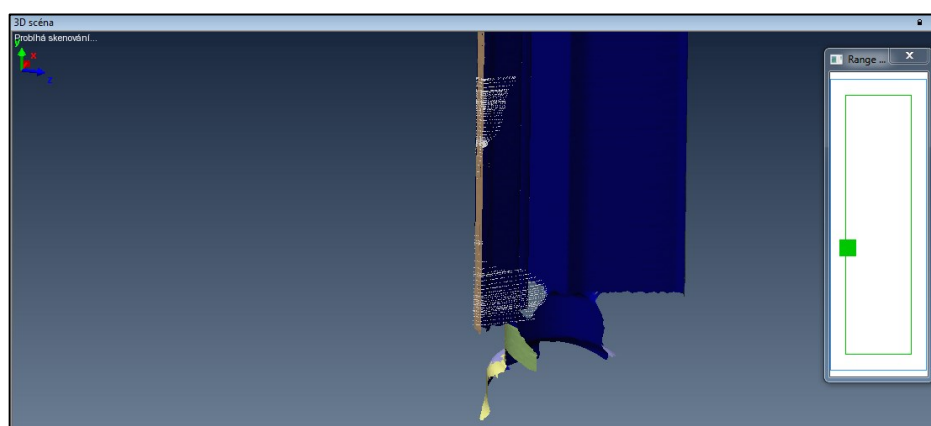
Průběh kalibrace laseru (dle různých výšek).

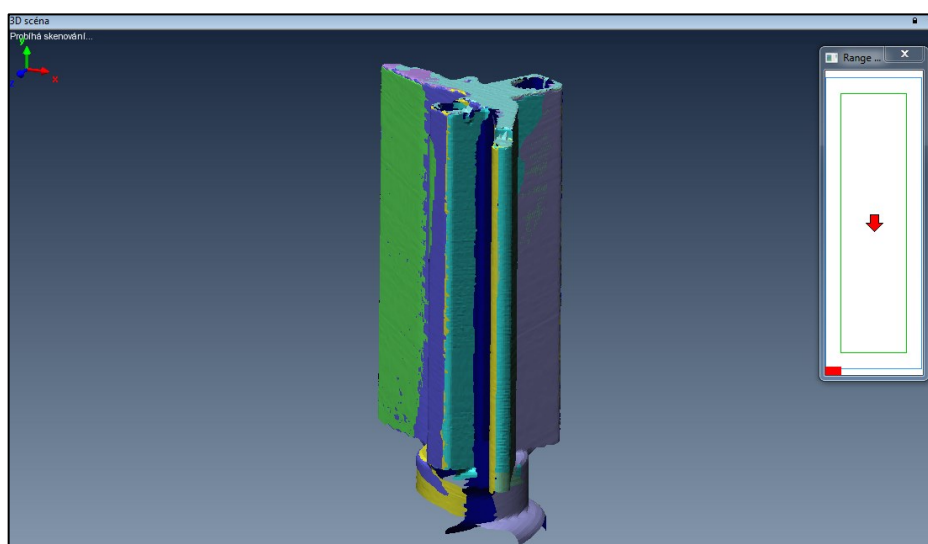
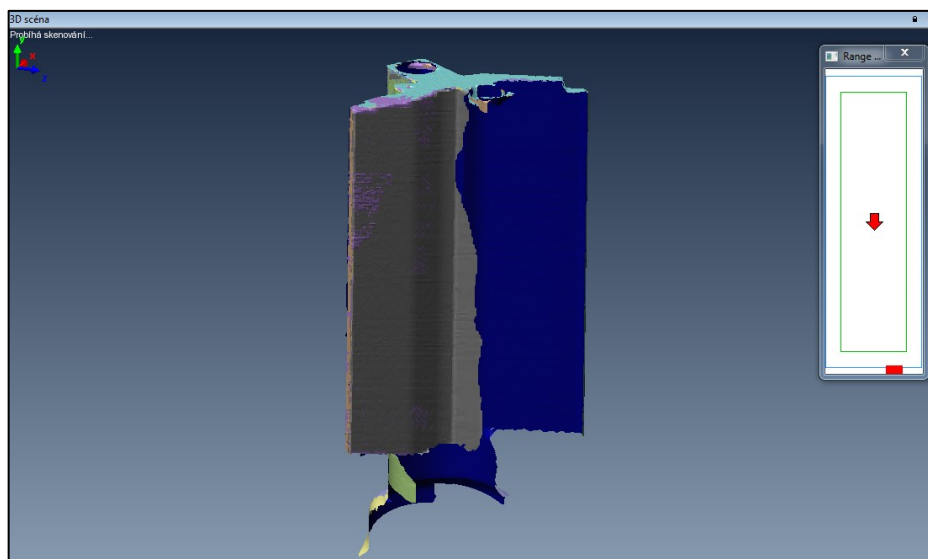


Po zdárném zkalibrování a odpovídající přesnosti již lze zahájit samotné skenování součástí. Obrazovka, v níž je pomocí 3D scény vykreslován proces skenování (v tomto případě skenování pomocí laseru).

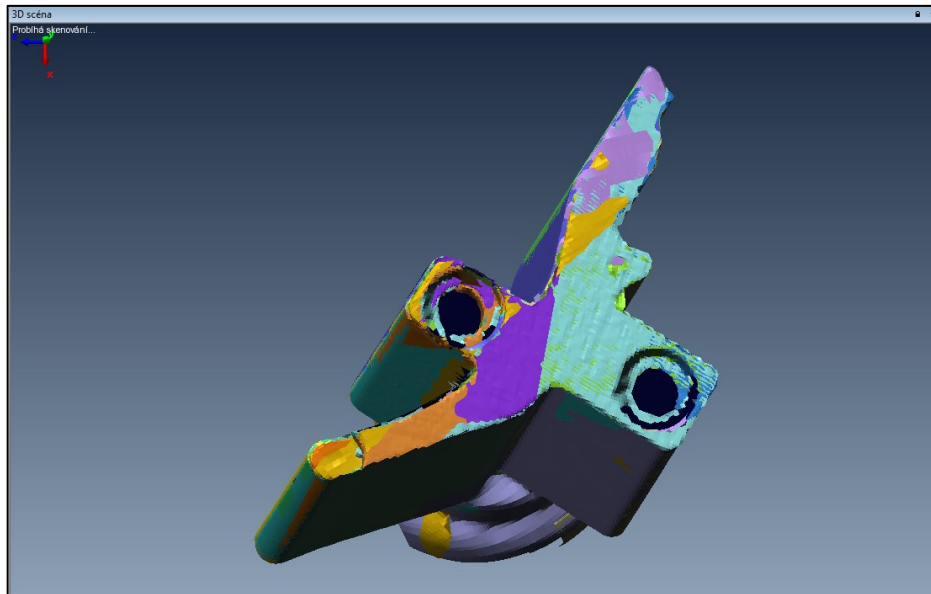


Průběh skenování a následná grafická realizace pomocí programu s použitím modulu „IMAlign“. Zelený čtvereček symbolizuje vzdálenost od objektu. Pro správný průběh skenování je snaha držet čtvereček uprostřed vymezeného prostoru. Skenování probíhá po částech, kde jednotlivé části se následně prokládají a skládají výsledný objekt přenášením datových bodů na obrazovku programu.

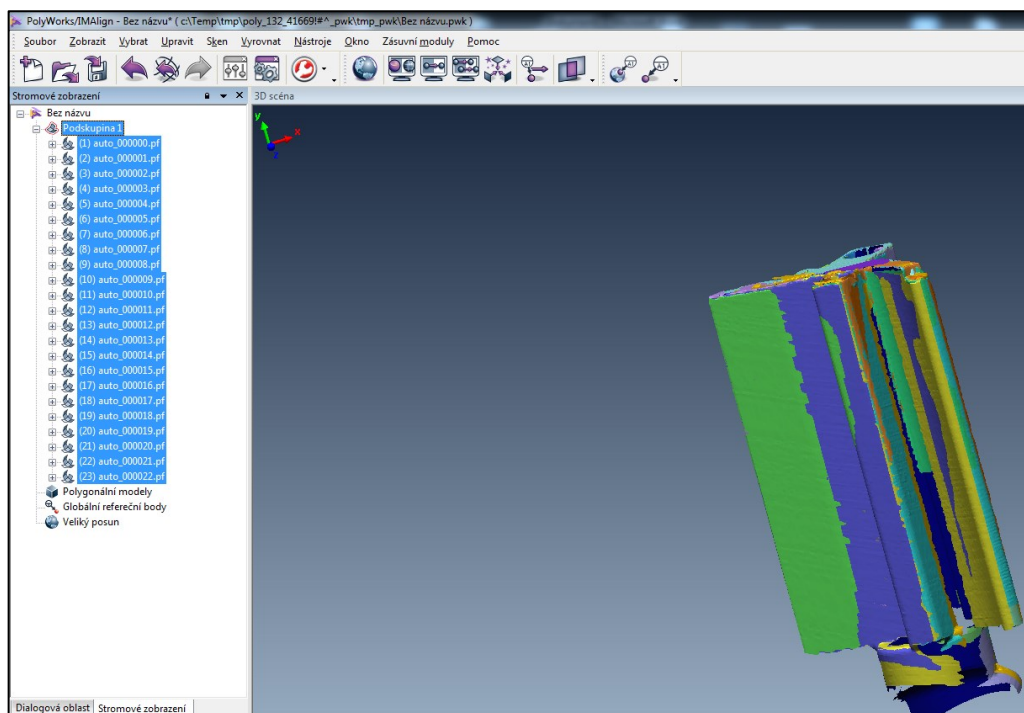




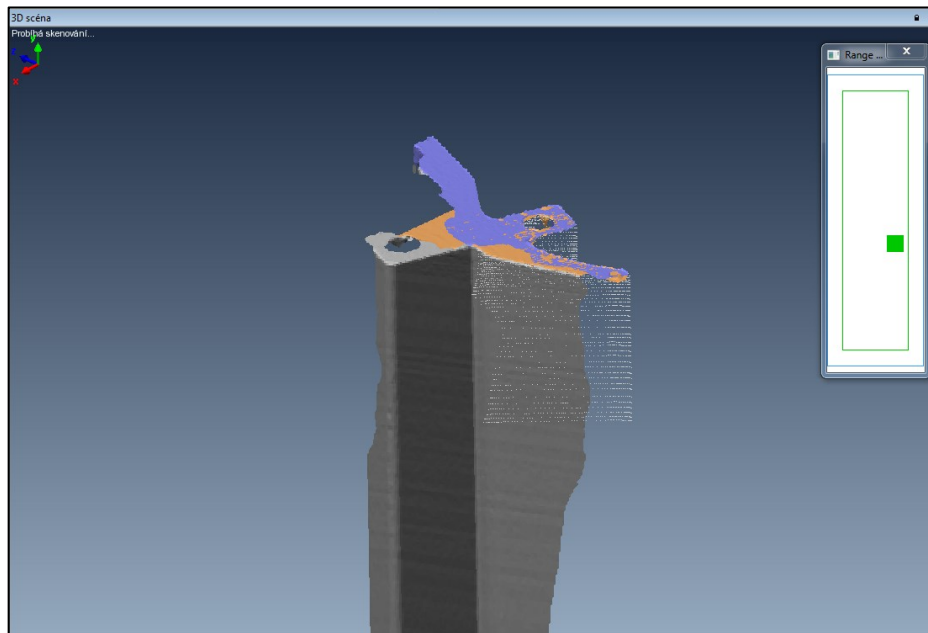
Vizuální kontrolou pomocí otáčení skenované součásti je získána představa o úplnosti průběhu procesu skenování. Pokud jsou některé části nedostatečně oskenovány, je třeba tento krok provést znovu, případně do té doby než naskenované body utvoří souvislý povrch součásti. Výslednou kvalitu modelu má také plynulost pohybu při skenování. Kvalita modelu může být ovlivněna například třesem ruky či vzdáleností snímače od měřené součásti. V tomto případě může být uložená část skenu vymazána a nahrazena novým pokusem.



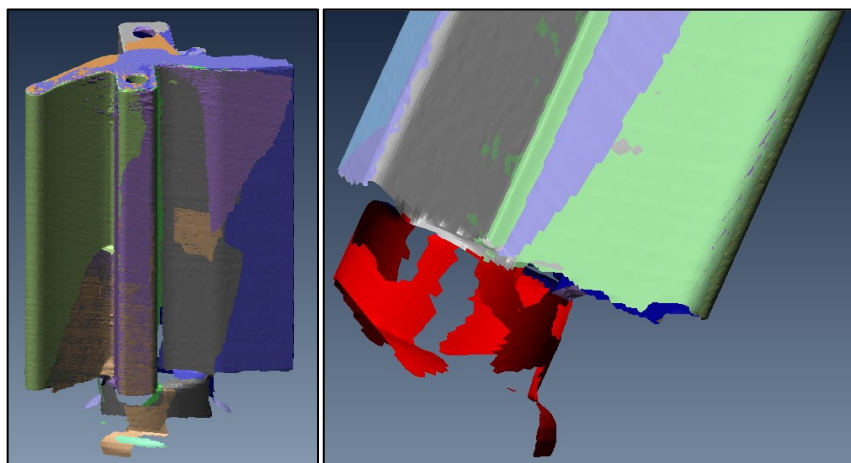
Při zastavení skenování jsou viditelné jednotlivé skeny. Pokud tedy víme, že poslední sken byl chybný či nepoužitelný, lze jej jednoduše smazat. Na obrázku je znázorněno zobrazení jednotlivých skenů a jejich následné seskupení do podskupiny. Tato podskupina je následně skryta a zahájeno skenování otočené součásti.



Otočený kus a zahájení nového skenování. Tento postup byl volen především proto, že nebylo možné se dostatečně přiblížit a nasnímat povrch součásti ve spodní části (omezená délka ramena, hybnost kloubů).

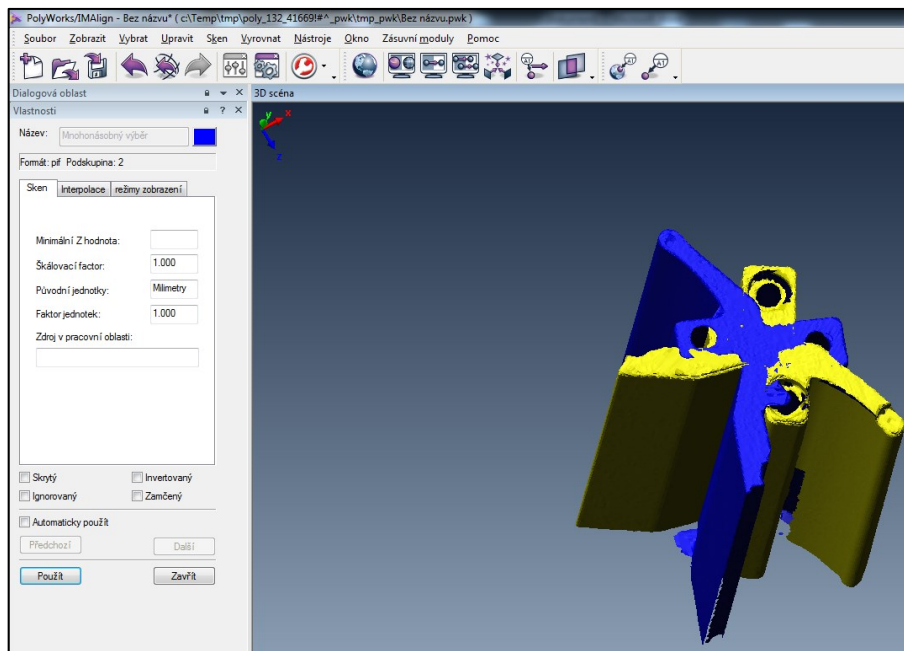


Obrázek demonstruje přebytečné body skenu spodní části součásti (obrázek níže). Tato část může být později odstraněna vhodným nástrojem a klávesou „delete“.

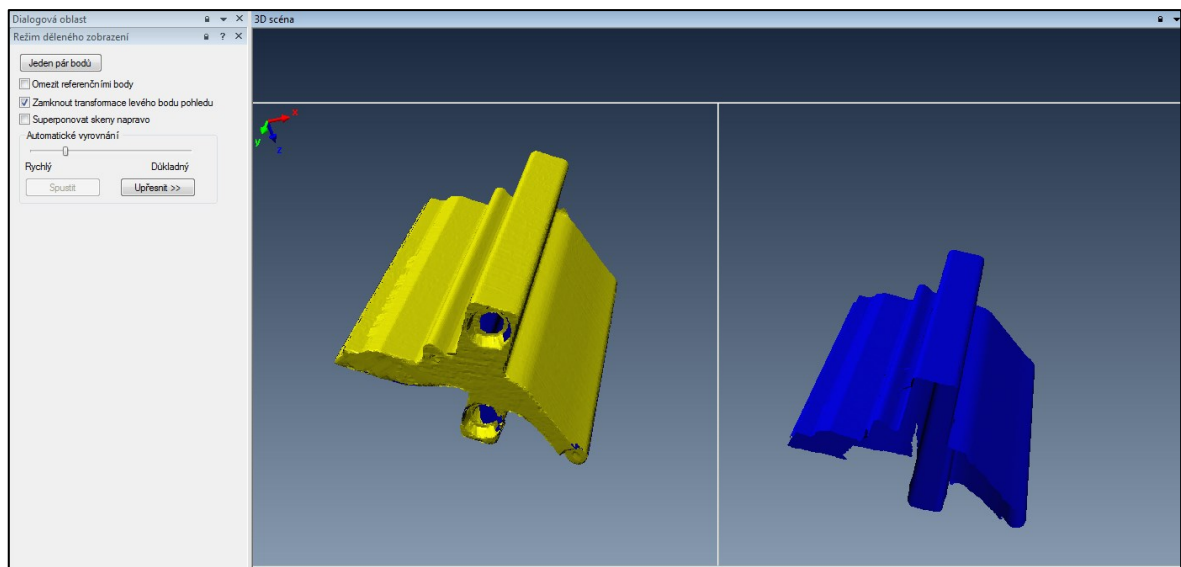


Označené části pro vymazání (červené zvýraznění na obrázku vpravo).

Po dokončení druhé fáze skenování se nasnímané body uloží (především pro přehlednost a následnou jednoduchou manipulaci s objekty) do podskupiny (modrá barva součásti, Podskupina 2), s možností barevného odlišení. viz obrázky níže. Zahájí se odstranění přebytků i z druhé části a následně jsou obě nasnímané součásti připraveny pro další manipulaci jež představuje dělené zobrazení (následující obrázek).



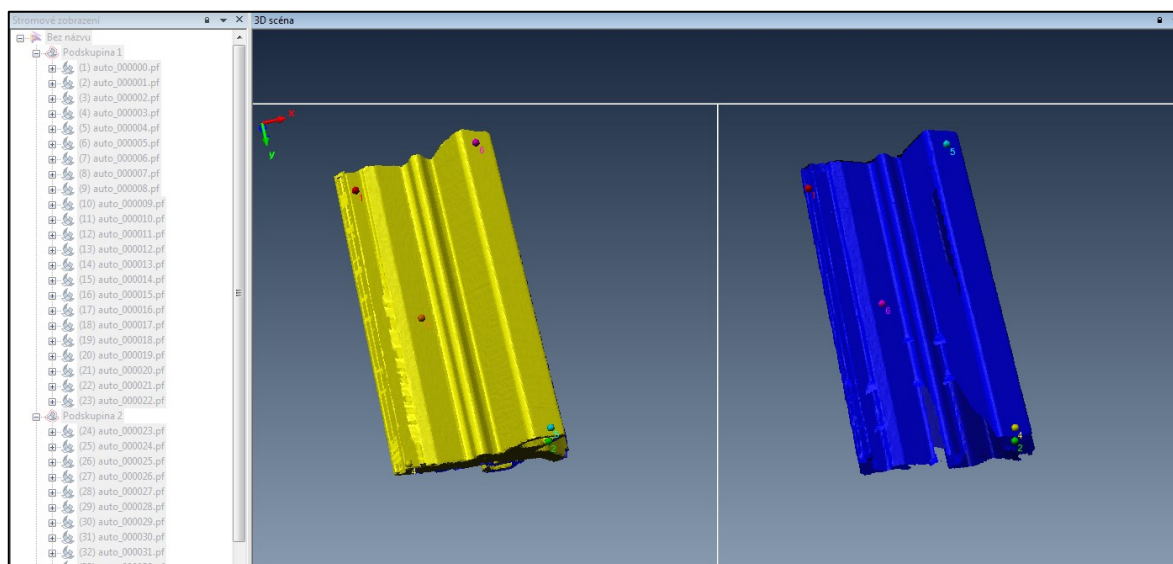
Výsledné skeny (dělené zobrazení). Viditelné skupiny demonstrující proces skenování první části (Podskupina 1) a následně části druhé po otočení (Podskupina 2). Vlevo před otočením, vpravo po otočení součásti.



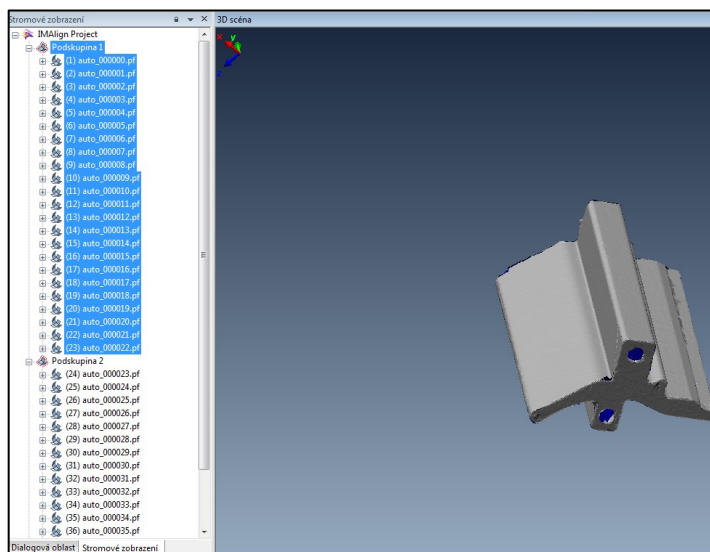
Toto otočení je voleno pro další fázi a tou je určení společných bodů. Skeny se umístí do stejné polohy. Počet bodů v této práci je volen šest. Jednotlivé body jsou pro přehlednost číslovány a barevně zvýrazněny (toto provádí program sám).

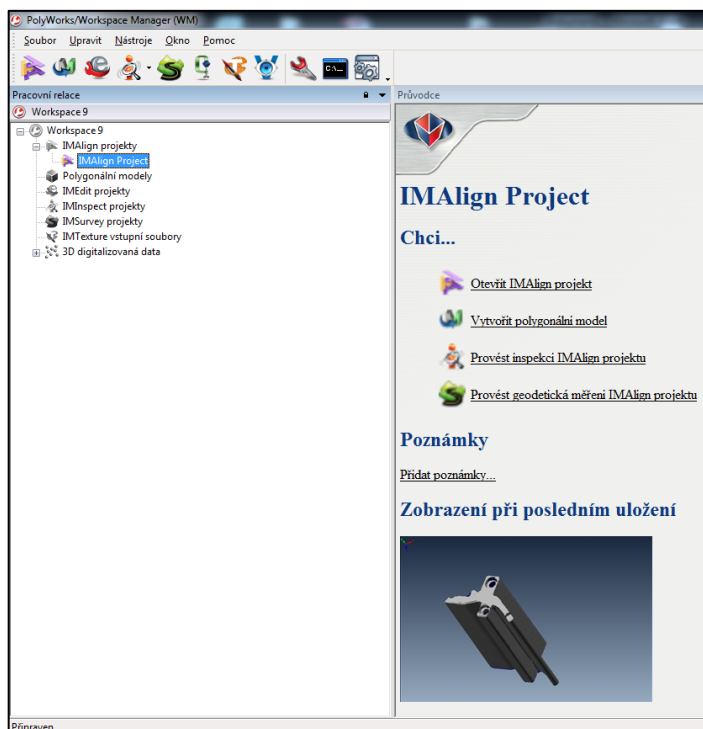
Poznámka:

Vždy by měl být naskenován alespoň kousek spodní části z důvodu lepšího softwarového zarovnání do sebe (tedy pro určení vzájemných bodů na skenech). Pokud strany nejsou vhodně uzavřené, program bude mít problémy identifikovat, jak do sebe mají oddělené skeny součástí patřit. Tedy problém nastává po skenování dvou částí, které nejsou zespod uzavřeny, čímž dochází k situaci, že program nerozpozná, jak dalece do sebe části zapadají.



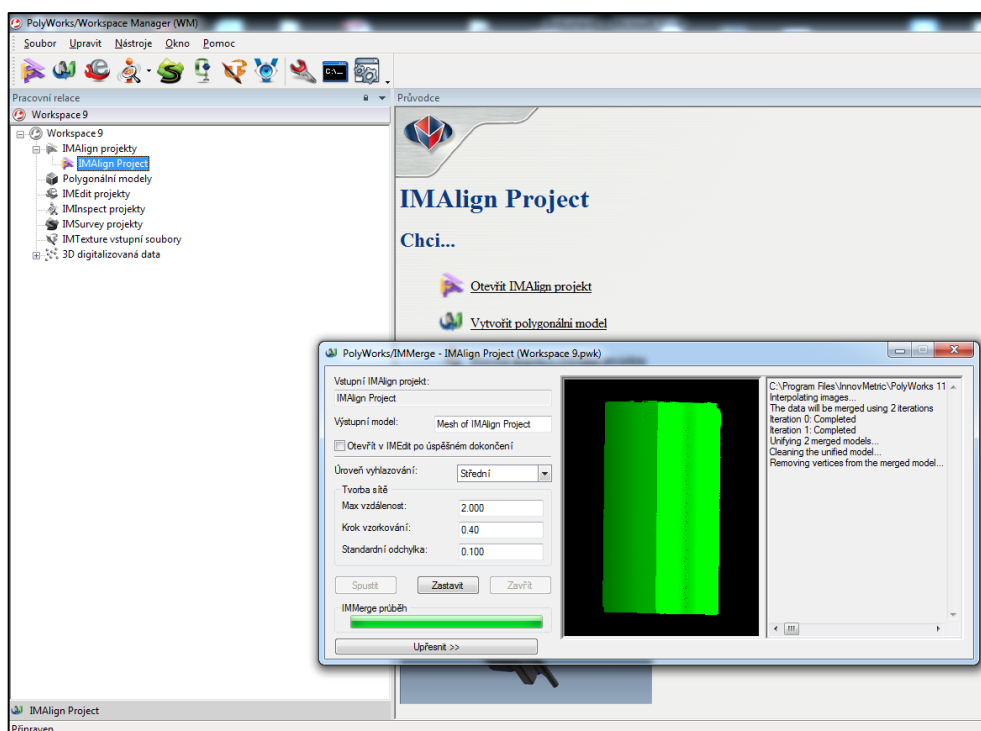
Výsledné spojení obou skenů.



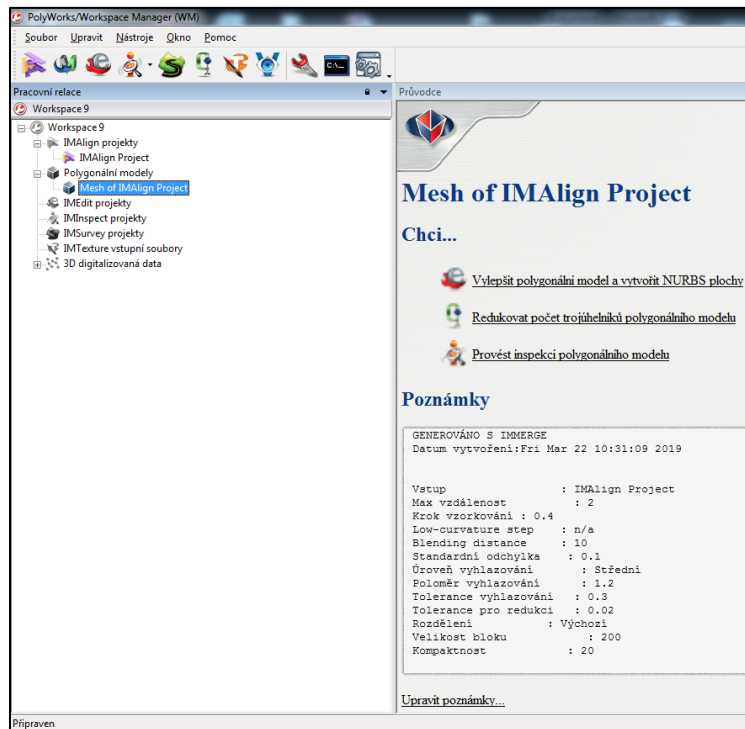


S projektem lze dále pracovat, a to:

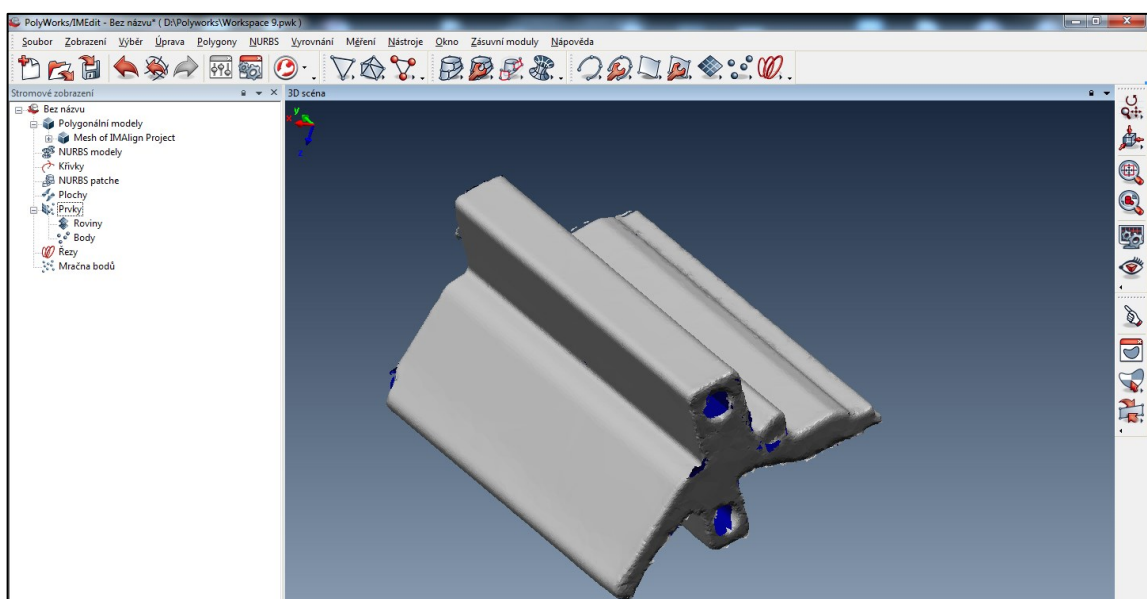
- zahájit další skenování, které lze připojit k již vytvořené součásti,
- zahájit převod na polygonální model,
- provést inspekci - porovnání naskenovaných dat s 3D modelem (např. ze softwaru typu CAD).



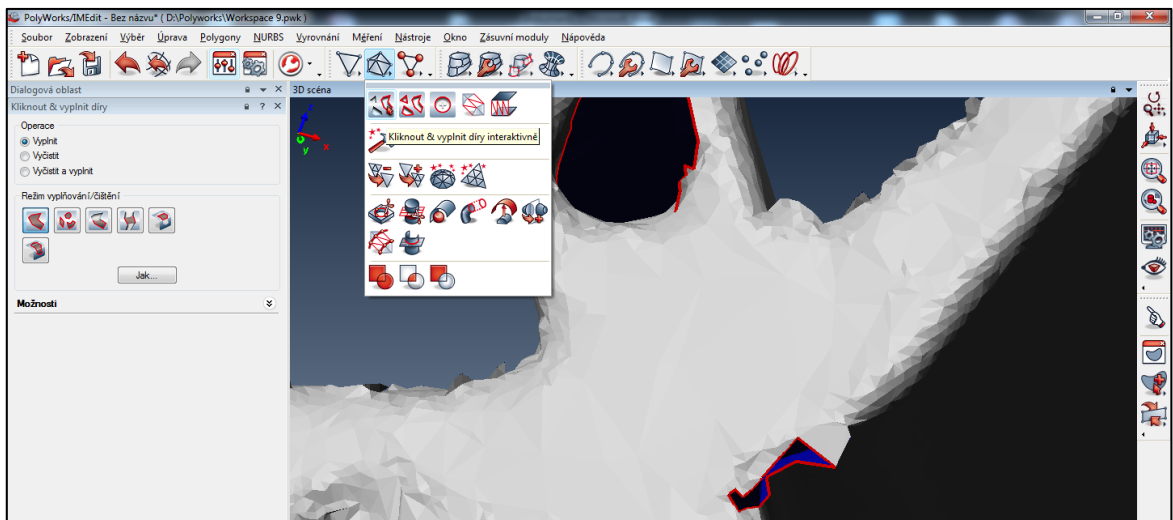
Tvorba polygonálního modelu pomocí modulu „IMMerge“, fungující na principu vygenerování z mračna bodů následné polygony. Je generován soubor (model), kde výsledný sken je převeden na polygonální model (předcházející obrázek).



Výsledný polygonální model z předešlého projektu spuštěný pomocí modulu pro úpravu polygonálních modelů „IMEdit“. Tento modul slouží např. pro vyplnění děr, vyhlazení ploch, vyhlazení hran, pokud jsou chybně naskenované.



Následující obrázek demonstruje přebytky, které nebyly dostatečně odstraněny a volbu pro úpravu děr, pomocí které lze díry vyplnit, vyčistit nebo kombinace obojího. Nástroj disponuje také volbou automatická oprava děr, kde při volbě díry (a zadání její maximální velikosti) např. 2 mm, tuto automaticky vyplní. Ruční oprava přebytků je demonstrována na obrázku níže.



Opravení přebytku.

