

2018

Výroční zpráva Katedry robotiky



**Fakulta strojní,
Vysoká škola báňská-
Technická univerzita Ostrava**

16.1.2019



VÝROČNÍ ZPRÁVA ZA ROK 2018

Katedra robotiky



Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava

www.robot.vsb.cz

robotika.vsb.cz

<https://www.facebook.com/robot.vsb.cz>

<https://vk.com/departmentofrobotics>

Vedoucí katedry: prof. Dr. Ing. Petr Novák
tel.: 59 599 3595
E-mail: petr.novak@vsb.cz
Web: www.robot.vsb.cz

Sekretariát: Bc. Tereza Fittlová
tel.: 59 599 3152 *tel/fax:*

Adresa: **Katedra robotiky,**
Fakulta strojní, VŠB - TUO,
ul. 17. listopadu 15,
708 33 Ostrava – Poruba

1. PROFIL PRACOVIŠTĚ

Katedra robotiky je již od svého vzniku (1989) zaměřena komplexně na problematiku robotiky, a to jak na všech úrovních výuky, tak i ve vědě a výzkumu a v odborné činnosti pro praxi. V souladu s aktuálními trendy rozvíjí pracovníci katedry témata servisní robotiky a robototechniky a aplikace robotů i mimo strojírenství. To se projevuje ve výzkumu, ve výuce i v publikační činnosti. Ve výzkumu jsou založeny v tomto smyslu granty, smluvní výzkum a témata diplomových i disertačních prací. Ve výuce katedra zajišťuje několik oborů - Robotiku, v rámci bakalářského studijního programu Strojírenství a následně také v navazujícím magisterském studiu ve studijním programu Strojní inženýrství na Fakultě strojní. Katedra rovněž garantuje stejnojmenný doktorský obor Robotika. Mimo obory spadající pod Fakultu strojní, katedra také zajišťuje výuku bakalářského oboru Mechatronické systémy v spadajícího pod Univerzitní studijní program Mechatronika.

Katedra se také intenzivně věnuje novým tématům ve vztahu k výzvě Industry 4.0, zejména pak oblastem kolaborativní robotiky, internetu věcí, digitálním dvojčatům atd. V této oblasti úzce spolupracuje s řadou firem z oblasti automotive v našem regionu.

Okruhy katedrou řešených problémů robotiky lze členit na: projekční, provozní, konstrukční, zkoušení a diagnostiku, měření, řízení a sensoriku, dynamiku, využití počítačové podpory k řešení problémů a inovací v oboru. Katedra také profiluje zájemce z řad studentů, o problematiku návrhu a nasazování řídicích systémů, určených pro procesní a vizualizační úroveň řízení v mechatronických systémech. Důraz je věnován zejména průmyslovým počítačům standardu PC a jejich vlastnostem, včetně metod zajištění požadované spolehlivosti provozu. Zájemcům z řad studentů magisterského a doktorského studia umožňuje katedra, formou individuálního studijního plánu, absolvovat vybrané předměty na Fakultě elektrotechniky a informatiky naší univerzity.

Výuková i výzkumná činnost katedry je dále zaměřena na matematické modelování mechanismů a jejich pohonů z hlediska řízení, na návrh technických i programových prostředků řídicích systémů polohovacích mechanismů a sensorické subsystémy, včetně zpracování obrazu technologické scény pro různé aplikace, nástroje a metody pro návrh mechatronických systémů. Vědeckovýzkumná činnost katedry vede k posílení profilace katedry na problematiku servisní a kolaborativní robotiky, metod a nástrojů pro návrh příslušných systémů, jakožto zřejmý trend nejbližších let s širokými aplikačními možnostmi.

Katedra aktivně nabízí studijní stáže zahraničním studentům v rámci programů Erasmus+, IAESTE apod. V roce 2018 na katedře takto pracovalo v oblasti výzkumu 6 studentů, včetně zahraničních studentů v rámci řádného studia (magisterské a doktorské studium).

Pracovníci katedry i studenti řeší teoretické i aplikační úlohy, odpovídající uvedenému zaměření. Výuka probíhá v **Centru robotiky**, na různých typech průmyslových a kolaborativních robotů a jejich subsystémech, v laboratořích servisní robotiky a v **učebnách CAD systémů**. Pro robotiku a mechatroniku je typické široké a komplexní využití počítačové podpory pro všechny oblasti činnosti. Učebny CAD systémů jsou proto vybaveny odpovídajícími softwarovými systémy.

2. PERSONÁLNÍ SLOŽENÍ PRACOVISŤE

(stav k 31. 12. 2018)

(jmenný seznam)

Vedoucí katedry:	Prof. Dr. Ing. Petr Novák
Zástupce vedoucího katedry:	Prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn
Tajemník katedry:	Ing. Petr Široký
Sekretářka:	Bc. Tereza Fittlová
Profesoři:	Vladimír Mostýn, Petr Novák
Docenti:	Zdeněk Konečný
Odborní asistenti:	Ing. Ladislav Kárník, CSc. Ing. Václav Kryš, Ph.D., Ing. Zdenko Bobovský, Ph.D. Ing. Milan Mihola, Ph.D. Ing. Jan Lipina, Ph.D. Ing. Petr Široký Ing. Jiří Suder Ing. Aleš Vysocký Ing. Robert Pastor Ing. Michal Vocetka
Pracovníci pro VaV:	Ing. Ján Babjak, Ph.D. Ing. Tomáš Kot, Ph.D., Karel Ranocha
Odborně-techničtí pracovníci:	

2.1. Odborný profil (zaměření) profesorů, docentů a odborných asistentů

beze změny

2.2. Získání titulů prof., doc., Ph.D. pracovníky katedry v daném roce

Ing. Michal Gloger, Ph.D.

2.3. Vzdělávání akademických pracovníků pracoviště

(kurzy, školení, apod.)

Viz kapitola 7.1

3. Pedagogická činnost

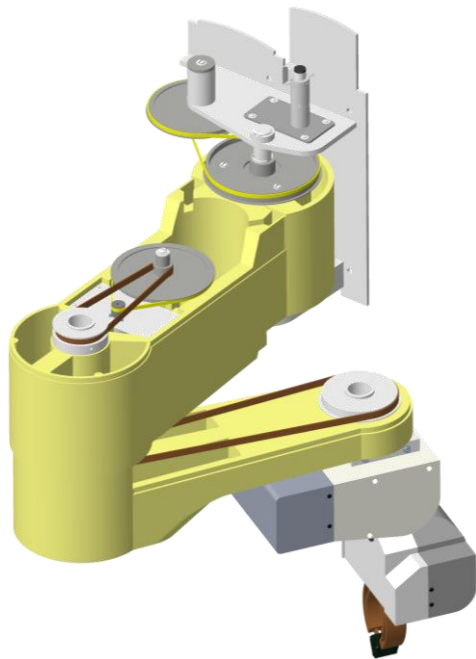
3.1. Pracovištěm garantované studijní obory

Bakalářské studijní obory:

Název: **Robotika**
Číslo oboru: **23 01R013-T70**
Garant oboru: **doc. Ing. Zdeněk Konečný, CSc.**

Profil absolventa:

Absolventi bakalářského studia v tomto oboru se uplatní jako konstruktéři prvků robotů, manipulátorů a periferních zařízení robotizovaných pracovišť /dopravníků, zásobníků, hlavic průmyslových robotů aj./, ale také jako projektanti těchto zařízení a zejména provozní technici, zabezpečující provoz, seřízení, programování, diagnostiku, údržbu a opravy.



Možnosti uplatnění nejsou omezeny na strojírenství, protože roboty se rychle uplatňují v řadě dalších odvětví, jako jsou zemědělství, zdravotnictví, sklářský, potravinářský, textilní a obuvnický průmysl, služby apod. Vzhledem k tomuto trendu je možno hovořit o možnosti univerzálního prosazování této techniky.

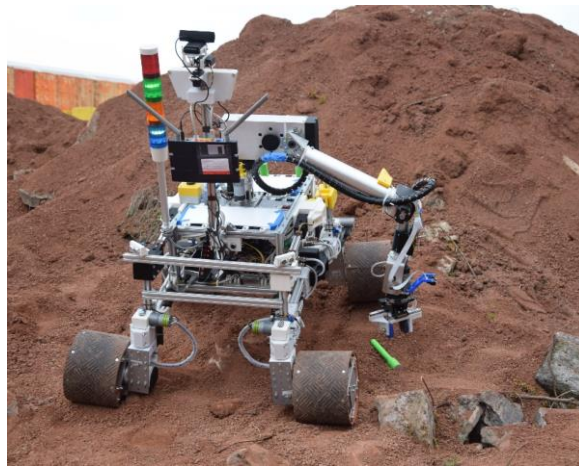
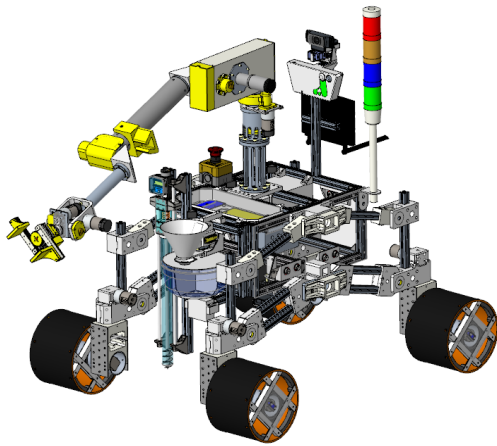
Absolventi získají kromě nezbytného teoretického základu zejména praktické zkušenosti na robotizovaných pracovištích v nově vybudovaných laboratořích průmyslových robotů. Přímo součástí studia je zvládnutí práce na počítači pro celé spektrum činností, počínaje využitím textových editorů, přes tabulkové procesory a zvládnutí konstruování pomocí CAD systémů, až po využití počítačů v řídicích systémech robotů a automatizovaných zařízeních.

Magisterské studijní obory:

Název: **Robotika**
Číslo oboru: **23 01T013-00**
Garant oboru: **Prof. Dr. Ing. Petr Novák**

Profil absolventa:

Studijní obor „Robotika“ je zaměřen na navrhování, konstrukci a řízení průmyslových robotů a manipulátorů a jejich subsystémů. Obor je dále zaměřen na projektování robotizovaných technologických pracovišť, včetně jejich řízení, a problematiku aktuální legislativy a bezpečnostních předpisů. V souvislosti s aktuálními trendy v robotice, je výuka rovněž orientována na problematiku servisní robotiky a pro zájemce na biorobotiku. Součástí studia oboru je komplexní zvládnutí výkonných systémů počítačové podpory konstruování, jako je Creo Parametric a dalších výpočtových a simulačních systémů, vhodných pro pokročilé modelování a simulace v oblasti průmyslové i servisní robotiky. Značná pozornost je ve výuce věnována metodice tvorby technických systémů a metodice podpory inovačního procesu založené na technologii TRIZ, včetně počítačové podpory těchto činností. Obor Robotika je tedy velmi komplexní, primární strojní zaměření má velký přesah do souvisejících oblastí, jakými jsou řízení, sensorika, pohonné systémy a informatika. V závěrečné fázi studia se posluchači seznamují s nejnovějšími vývojovými trendy konceptu Průmysl 4.0, jako jsou internet věcí (IoT), rozšířená realita a digitální dvojče. Tyto nové dovednosti mohou uplatnit při vypracování diplomových prací.



Absolventi studijního oboru Robotika mají znalosti v oblasti konstruování průmyslových robotů a manipulátorů, projektování robotizovaných technologických pracovišť a vytváření servisních robotických systémů, včetně jejich nasazování. Znalosti z oblasti strojí jsou doplněny potřebnými znalostmi z oblasti řízení a sensoriky, softwarového inženýrství, návrhu řídicích systémů jak po stránce softwarové, tak po stránce hardwarové, dále znalostmi z oblasti elektroniky, strojového vidění a pohonů. Absolventi jsou připraveni k řešení inženýrských úloh v oblasti automatizace a robotizace strojírenské výroby, aplikace servisních robotů ve výrobě, či službách. V oblasti projektování výrobních systémů s průmyslovými roboty mají absolventi potřebné znalosti z oblasti zabezpečení jejich provozu, údržby, spolehlivosti, bezpečnosti, seřízení a programování robotizovaných pracovišť.

Významné jsou také získané znalosti ve využívání vysoce výkonných systémů počítačové podpory pro konstruování, projektování, modelování, simulaci, programování, řízení aj., které jsou plně využitelné i mimo studovaný obor. Absolventi se uplatní jako konstruktéři, projektanti, provozní technici, specialisté pro různé oblasti aplikací výpočetní techniky – CAD, CAI, pokrývajících kromě konstrukčních činností i projekci a celou oblast technické přípravy výroby a správy životního cyklu výrobku (PLM systémy).

Doktorské studijní obory:

Název: **Robotika**
 Číslo oboru: **2301V013**
 Fakultní garant oboru: **prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn**
 Charakteristika oboru:

Absolventi si osvojí metodiku vědecké práce v oblasti aplikovaného výzkumu a vývoje průmyslových i servisních robotů a jejich aplikací s výrazným uplatněním mechatronického přístupu k vývoji těchto komplexních technických systémů. V oblasti tvorby a řešení inovačních zadání si absolventi osvojí základní metodické a vědecké postupy, v oblasti konstrukce získají absolventi poměrně rozsáhlé znalosti v oblasti tvorby a optimalizace mechanického subsystému s počítačovou podporou, v oblasti řízení a sensoriky je kladen důraz na nejnovější technické i programové prostředky řízení, vnímání prostředí a komunikace s člověkem a v oblasti pohonných subsystémů jsou to znalosti nových elektrických, hydraulických a pneumatických pohonů a jejich aplikací. Cílem studia je prohloubení teoretických znalostí z magisterského studia, pochopení souvislostí a skloubení



těchto znalostí k osvojení si mechatronického komplexního přístupu k vytváření robototechnických systémů jak v oblasti výrobní, tak v oblasti servisních činností.

(Poznámka: použité obrázky jsou z projektů, bakalářských, diplomových a doktorských prací studentů oborů robotika.)

3.2. Změny v oborech garantovaných pracovištích (příprava nových oborů, specializací, ukončení akreditace, změna garanta, apod.)

nevýznamné

3.3. Seznam obhájených bakalářských a diplomových prací

Bakalářské práce:

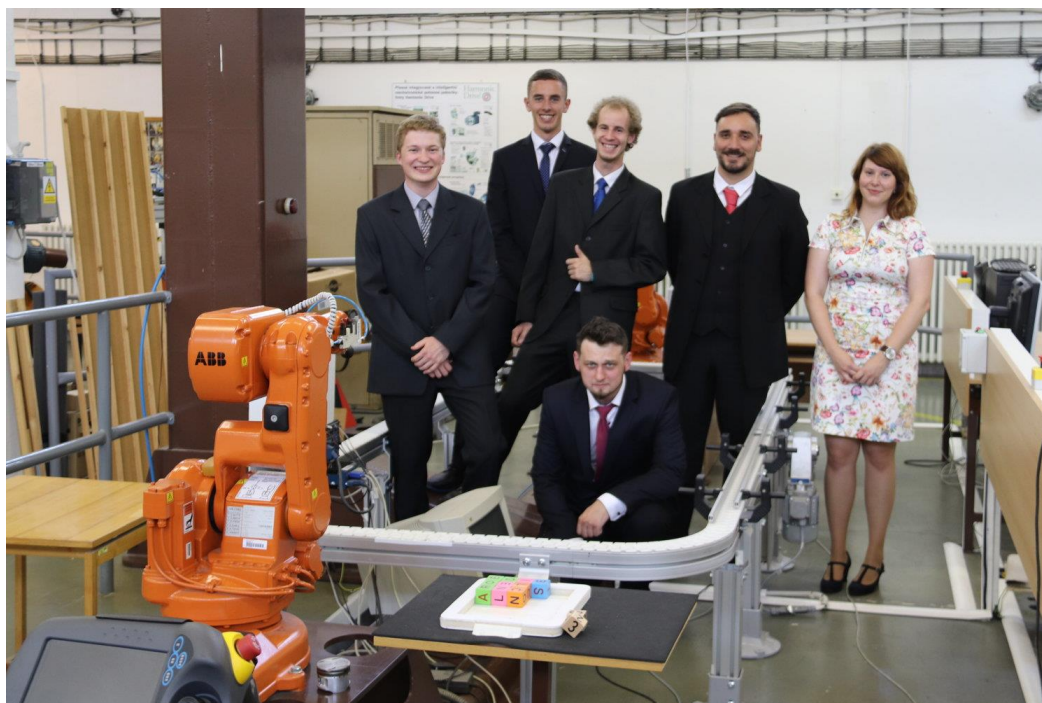
	student	vedoucí	téma
1.	Jiří Bělík	Ing. Jan Lipina, Ph.D.	Návrh dopravního systému mezioperační přepravy
2.	Lukáš Hoza	Ing. Václav Kryš, Ph.D.	3D model polohovacího systému pro řezání vodním paprskem
3.	Ing. Michal Ruttkay	Ing. Ján Babjak, Ph.D.	Řízení motor driveru z Netduina
4.	Michał Staszowski	Ing. Milan Mihola, Ph.D.	Konstrukční úprava kloubu manipulační nástavby vozidla TAROS
5.	Lubomír Vaňura	prof. Dr. Ing. Petr Novák	Využití UAV pro zemědělství a lesní hospodářství
6.	Jiří Vojtíšek	Ing. Ladislav Kárník, CSc.	Konstrukční návrh válečkového dopravníku s proměnnou délkou

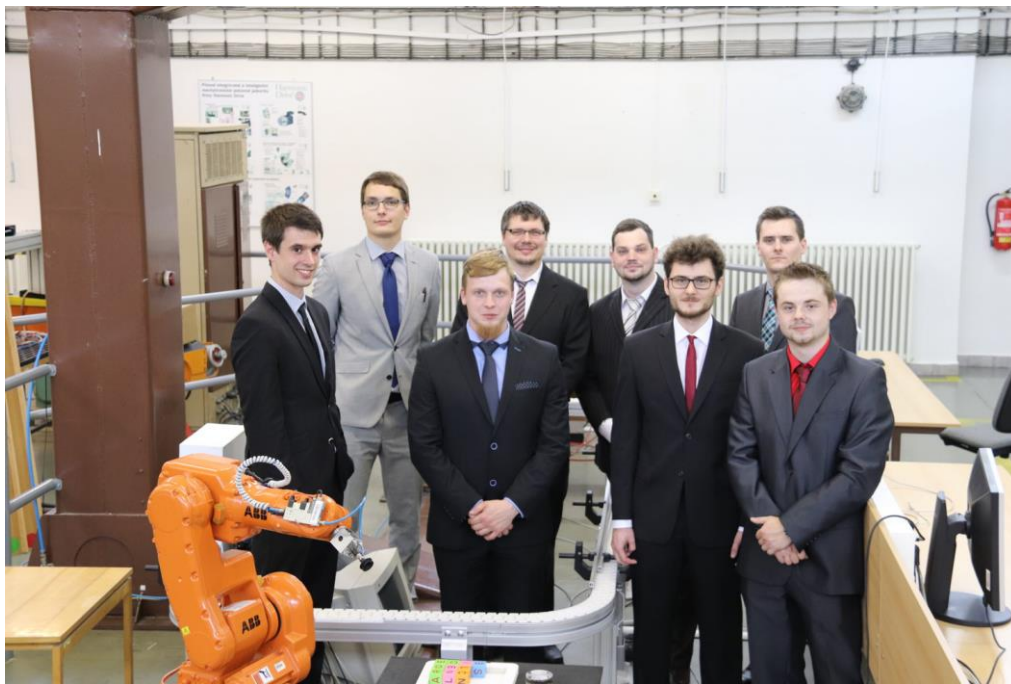


Absolventi bakaláři

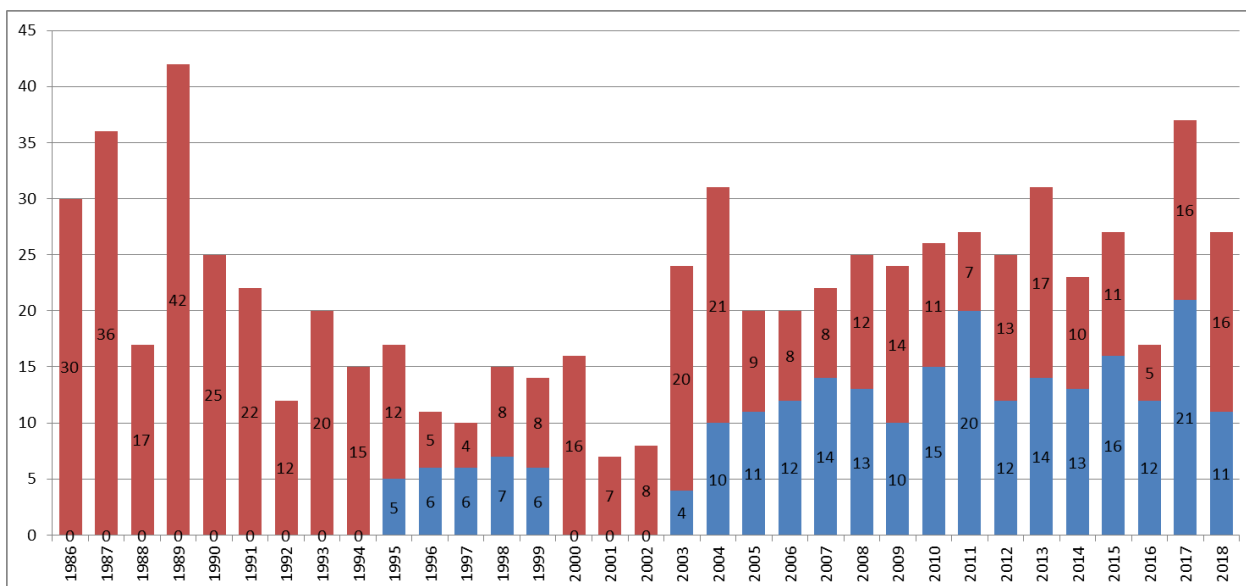
Diplomové práce:

	Student (bc)	vedoucí	téma
1.	Bc. Tereza Fabrigerová	Ing. Milan Mihola, Ph.D.	Konstrukční návrh efektoru pro manipulaci s kartónovými krabicemi
2.	Bc. Vít Fichna	Ing. Milan Mihola, Ph.D.	Konstrukční návrh zařízení pro automatické krimpování, testování a balení hadic
3.	Bc. David Grigarčík	Ing. Ladislav Kárník, CSc.	Konstrukční návrh všesměrového kola pro velká zatížení
4.	Bc. Dominik Heczko	Ing. Zdenko Bobovský, PhD.	Návrh levného manipulátoru pro mobilní robot
5.	Bc. Stanislav Herudek	doc. Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.	Laboratorní pracoviště s robotem ABB IRB 1400
6.	Bc. Daniel Huczala	Ing. Václav Kryš, Ph.D.	Robotizace manuálních operací procesu diagnostiky statorových svazků elektromotorů
7.	Bc. Jan Jochec	Ing. Ján Babjak, Ph.D.	Zdrojový subsystém pro mobilní robotiku
8.	Bc. David Juřica	doc. Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.	Dopravní systém pro balení hotových výrobků v kartonových obalech
9.	Bc. Radek Müller	Ing. Václav Kryš, Ph.D.	Robotizované pracoviště kontroly slévárenských forem
10.	Bc. Viktor Němec	doc. Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.	Konstrukce stroje pro montáž plováků
11.	Bc. Lukáš Podešva	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn	Konstrukční řešení mechanismu pro nastavení polohy senzorické hlavy mobilního robotu
12.	Bc. Radim Strejček	Ing. Ladislav Kárník, CSc.	Konstrukce exoskeletonu pro rehabilitaci horních končetin
13.	Bc. Tomáš Vlček	Ing. Ladislav Kárník, CSc.	Konstrukční návrh schodolezu s pohybem po rovných i točitých schodech
14.	Bc. Michal Vocetka	Ing. Václav Kryš, Ph.D.	Výukové pracoviště s průmyslovým robotem ABB IRB 140





Absolventi – inženýři (část)



Obr. Celkový přehled počtů absolventů oborů (dříve Výrobní systémy s Průmyslovými roboty a manipulátory a nyní Robotika) Katedry robotiky - Bc. Modrá, Ing. červená

3.4. Seznam doktorandů pracoviště v daném roce

Poř.	Jméno	Téma práce	Roč	For ma	Školitel
1.	Mutlu Ozgur Ertas, MSc. et MSc.	Collaborative Robotics	2	P	prof. Dr. Ing. Petr Novák
2.	Ing. Stefan Grushko	Bionická ruka	2	K	prof. Dr. Ing. Petr Novák
3	Ing. Dominik Heczko	Systém dynamické stability servisních robotů s manipulačním ramenem.	1	P	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn
4.	Ing. Daniel Huczala	Digitalizace procesu výroby	1	P	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn
5.	Ing. Jan Jochec	Výzkum technických prostředků bezpečnosti nástroje pro kolaborativní	1	K	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn

		robotiku			
6.	Ing. Robert Pastor	Řízení krácejících mechanismů	1	P	prof. Dr. Ing. Petr Novák
7.	Ing. Lukáš Podešva	Automatická kalibrace TCP konfokálního senzoru na průmyslovém robotu	1	P	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn
8.	Ing. Radek Řehák	Výzkum principů funkční bezpečnosti u automatizovaných systémů vozidel	1	K	prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn školitel
9.	Ing. Jiří Suder	Využití pružných plastů v konstrukci servisních robotů	2	P	doc. Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.
10.	Ing. Petr Široký	Vývoj rekonfigurovatelných rámců podvozků mobilních robotů.	5	K	doc. Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.
11.	Ing. Michal Vocetka	Rekonfigurovatelná robotizovaná pracoviště	1	P	prof. Dr. Ing. Petr Novák
12.	Ing. Aleš Vysocký	Roboty přímo spolupracující s člověkem	3	P	prof. Dr. Ing. Petr Novák

3.5. Seznam obhájených disertačních prací na pracovišti

Kombinované studium:

Ing. Michal Gloger, Ph.D.

Téma: Affordable Active Lower Limbs Exoskeleton for People with Paraplegia

Školitel: prof. Dr. Ing. Petr Novák

Datum obhajoby: 27. 8. 2018

3.6. Kvalita a kultura akademického života

- *Znevýhodněné skupiny uchazečů/studentů na vysokých školách* (stručný text o podpoře kulturně a sociálně znevýhodněných studentů a podpoře studia zdravotně postižených)
- *Mimořádně nadaní studenti*
- *Partnerství a spolupráce* (stručný text o podpoře aktivit směřujících k budování a posílení partnerství student - akademický pracovník, o podpoře aktivit týkající se spolupráce se studenty)

V roce 2018 byla do řešení projektu studentské grantové soutěže „*Výzkum a vývoj robotických systémů*“ zapojena skupina studentů doktorského i navazujícího magisterského studijního programu. Významných výsledků dosáhli tito:

- Ing. Robert Pastor,
- Bc. Michal Vocetka, Bc. Dominik Heczko, Bc. Petr Oščádal, Bc. Daniel Vrbka, Bc. Lukáš Káňa, Bc. Jakub Mlotek a Bc. Karel Gattnar

Na základě řešení projektu bylo podáno 5 funkčních vzorků a 2 autorizované softwary. Byly publikovány 2 články indexované v databázi SCOPUS nebo WoS.

4. Spolupráce v oblasti pedagogické

4.1. Významná spolupráce pracoviště se subjekty v ČR

V rámci řešení projektů DMS - Platforma pro výzkum orientovaný na Průmysl 4.0 a robotiku v ostravské aglomeraci navázána/prohloubena spolupráce s:

- HELLA Autotechnik Nova, s.r.o., Brose CZ a dalšími firmami zejména z oblasti automotive

V rámci řešení projektů COBOTy:

- Moravskoslezský automobilový klastr
- Brano
- Varroc
- Continental
- ABB

4.2. Významná spolupráce pracoviště se zahraničními partnery

(název zahraničního partnera, název projektu nebo aktivity, případně datum podepsání smlouvy na úrovni pracoviště, období platnosti, garant)

Shenyang Aerospace university (SAU), Čína

- Uzavřena smlouva o vzájemné spolupráci v oblasti robotiky a zřízená společná laboratoř robotiky (2.11.2018)



Obr. K nově zřízené laboratoři na SAU - Čína

4.3. Zahraniční pobyty pedagogů i studentů pracoviště

Ing. Aleš Vysocký – Tohoku University, Sendai, Japonsko – pobyt říjen 2018 – únor 2019) – laboratoř Kolaborativní robotiky

4.4. Přijetí zahraničních hostů nebo studentů

(jméno, země, důvod pobytu případně název přednesené přednášky, období, kdo hradí náklady)

IAESTE – březen – květen 2018

Vyomkesh Kumar Jha

The topic of making a system that automatically detects obstacles in the environment of a robot and dynamically manoeuvres the robot to avoid collisions and continue it's work



Obr. Vyomkesh Kumar Jha – prezentuje výsledky svého VaV pobytu na Katedře robotiky

4.5. Účast v projektech typu Ceepus, Aktion, Socrates–Grundtwig, Socrates–Minerva, Socrates–Lingua, Socrates–Comenius, Leonardo da Vinci

Název projektu (číslo, označení)	Rok zahájení řešení	Koordinátor/řešitel na pracovišti	Počet prac.	Fin. objem NIP (tis. Kč)
Celkem				

Další studijní pobyty v zahraničí

Program	Vládní stipendia	Přímá meziuniverzitní spolupráce	
		v Evropě	mimo Evropu
Počet vyslaných studentů	1	Japonsko	
Počet přijatých studentů			
Počet vyslaných akademických pracovníků			
Počet přijatých akademických pracovníků			

4.6. Zapojení pracoviště v programech Fondu rozvoje vysokých škol

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Tématický okruh	Rok zahájení řešení	Odpovědný řešitel	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)

4.7. Zapojení pracoviště v Rozvojových programech pro veřejné vysoké školy

Název projektu (číslo, označení)	Program	Rok řešení	Odpovědný řešitel	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
Přístrojové vybavení pro experimentální výuku a činnost studentů USP Mechatronika – systém strojového vidění – systém Bin Picking	IRP USP	2017	Prof. Dr. Ing. Petr Novák	200	0

4.8. Zapojení pracoviště v Operačním programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Název projektu (číslo, označení)	Program	Podprogram	Odpovědný řešitel	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)

5. VĚDECKO - VÝZKUMNÁ ČINNOST

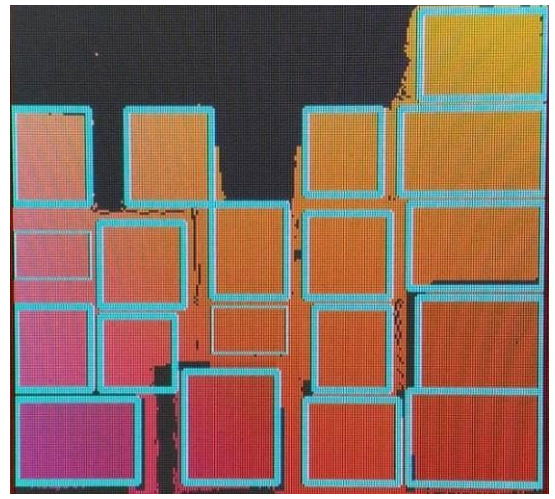
5.1. Hlavní směry výzkumu a vývoje na pracovišti

Metodika a teorie koncepčního designu robotických manipulátorů s počítačovou podporou

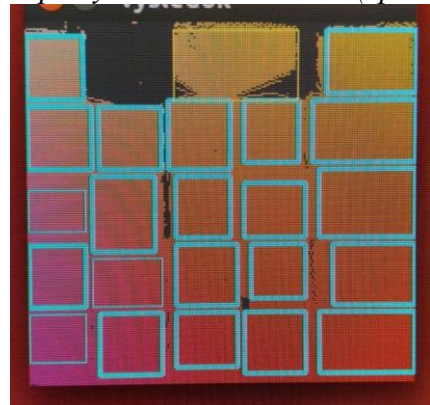
Hlavním výstupem je metodika koncepčního návrhu mechanismu a nástroje počítačové podpory návrhu optimální kinematické struktury manipulátoru/robotu a jeho uchopovacího zařízení s ohledem na jeho velikost, hmotnost, energetickou spotřebu a další preferované parametry pracovního cyklu, jako je přesnost, dexterita, takt pracoviště a další. Výstupy projektu budou aplikovatelné v oblasti automatických výrobních systémů využívajících modulární nízkonákladovou automatizaci manipulačních úloh, dále u všech provozovatelů robotizovaných pracovišť, kteří je budou moci použít pro optimalizaci stávajících programů robotů nebo dispozic robotizovaných pracovišť za účelem optimalizace pracovního cyklu robotů a úspory energií. Nástroje pro automatickou syntézu optimální kinematické struktury robotu, manipulátoru a chapadla pro daný pracovní cyklus budou uplatnitelné zejména pro systémové integrátory navrhující robotizovaná pracoviště. Řešeno ve spolupráci s pracovníky katedry Aplikované mechaniky.

System detekce a popisu objektů v prostoru kontejneru

Jedním ze směrů výzkumu v roce 2018 byl průmyslový a aplikační výzkum a vývoj v oblasti servisní robotiky pro logistiku v rámci řešeného dílčího projektu Preseed. Byl vytvořen, odladěn a otestován algoritmus pro detekci krabic uložených v lodním kontejneru. Detektor byl vyvinut v rámci dílčího projektu Preseed. Detektor pracuje s organizovaným 3D mračnem bodů, kdy na základě vstupních parametrů určí pozici a orientaci krabic a potencionálních krabic. Vstupními parametry jsou krom samotného mračna i nulová pozice mračna vůči kontejneru, natočení souřadného systému mračna vůči kontejneru, rozměry krabice s možnou tolerancí. Výstupem je pole krabic a jejich pozice a orientace vůči souřadnému systému senzoru a přibližné rozměry každé krabice. Další informace o stupni detekce krabice (plně, částečně), nebo je potřeba přesněji detekovat její tvar před odebráním (typicky poškozené krabice). Tyto informace slouží pro následnou robotickou manipulaci. Řešitelé: Ing. Zdenek Bobovský, Ph.D., Ing. Václav Krys, Ph.D.).



Rozložení krabic v kontejneru (vlevo) a vizualizace výstupů vyvinutého detektoru (vpravo)



Snímek krabic uložených v kontejneru

Vizualizace výstupu detektoru – nalezení jednotlivých krabic ve snímku a určení krabice pro automatické odebrání manipulátorem (žlutá nahoře uprostřed)

Autonomní a kolaborativní roboty

V rámci tohoto výzkumu jsou rozvíjeny poznatky zejména z oblasti technologií snímání prostorových dat, jejich zpracování a nalezení objektů v pracovním prostoru s dynamickými překážkami a metodami adaptace trajektorie robotů v automatickém i ručním režimu řízení s cílem vyloučení kolizí nejen nástroje, popř. objektu manipulace, ale i ramen a kloubů s okolím, popř. s operátorem v případě pracoviště s kolaborativním robotem. Tato témata vznikla na základě spolupráce s průmyslovými partnery projektu, kteří v současné době zavádí do výrobních linek pracoviště s kolaborativními roboty, jako jsou firmy Brose CZ spol. s r.o., HELLA Autotechnik Nova, s.r.o., VOP CZ, s.p. a další firmy. Jsou zde řešeny témata z oblastí:

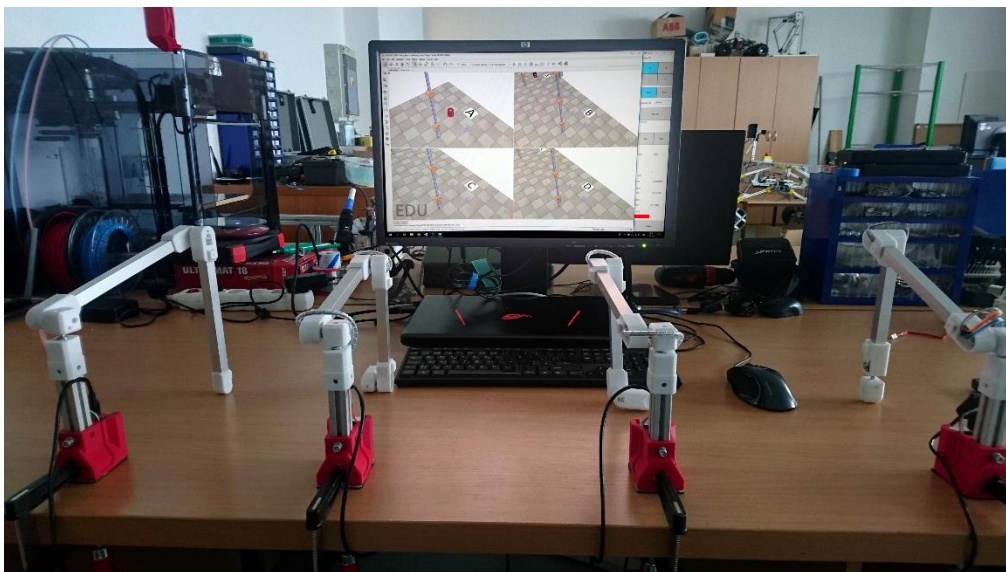
- Výzkum fyzikálních principů, technických a programových prostředků pro on-line optimalizaci trajektorie robotu v dynamicky se měnícím prostředí s překážkami.
- Výzkum technických prostředků pro asistovanou montáž s kolaborativním robotem.
- Výzkum technických a programových prostředků pro kontrolu 3D tvarů součástí v průběhu výroby a manipulace.

Výzkum a vývoj vícekomorového izolačního skla nového typu a jeho výroby

Výzkum a vývoj technický prostředků pro robotizovanou výrobní linku FIS. Problematika manipulace s fólií tloušťky 50 mikrometrů, manipulace s rámečky a integrace rámečků s fólií mezi skla. Řešení mezioperačních zásobníků. Současně, ve spolupráci s pracovníky Katedry energetiky - optimalizace izolačního skla s dělenou komorou a velmi nízkou tepelnou vodivostí pro jednotlivé varianty použití v praxi s ohledem na orientaci a umístění výrobku a syntéza cílového výrobku z hlediska termomechanických jevů a tepelných přenosů pro různé počty komor, a tedy dělicích fólií v izolačním skle. Měření vlastností prototypů a jejich optimalizace.

HMI pro teleoperátorské ovládání kinematiky mobilního robotu

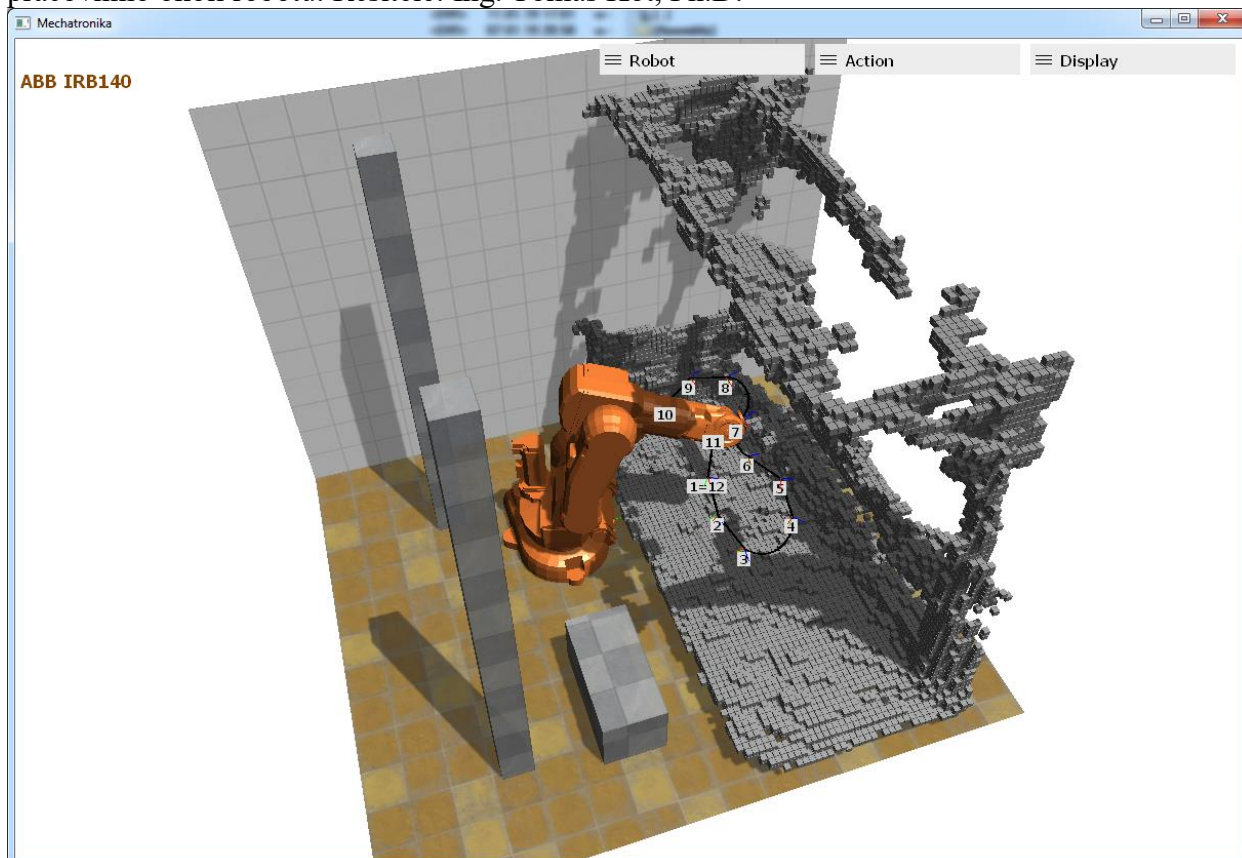
Výzkum a vývoj ovládacího systému mobilního robotu – robotického ramene, pro teleoperátorský řízený MR. Prakticky nasazeno a ověřeno na soutěži ERC 2018. Řešitelé: Ing. Robert Pastor



Obr. Vývojový stand pro testování teleoperátorské ovládání kinematiky mobilního robotu

System pro rychlý výběr a umístění robotu pro definovanou trajektorii

Nasazování průmyslových a kolaborativních robotů, zejména u malých firem, bývá často z důvodů snížení celkových finančních nákladů realizováno vlastními silami. Při tom může dojít (a dochází) k volbě nevhodného typu kolaborativního robotu z pohledu jeho velikosti (pracovního rozsahu) a to buď poddimenzování, případně předimenzování. Výstupem je výzkum a vývoj **cenově dostupného systému** pro volbu nejvhodnějšího typu kolaborativního robotu s ohledem na požadovanou trajektorii, jeho optimální umístění vůči trajektorii a také překážkám. Vyvíjený systém umožňuje sejmutí požadované trajektorie (pomocí 6-osého absolutního senzoru) přímo na zvoleném pracovišti. Součástí analyzovaných dat je také vytvořená 3D mapa pracovního okolí robotu. Řešitelé: Ing. Tomáš Kot, Ph.D.



Obr. 3D vizualizace sejmuté trajektorie, vybraného robotu (zde ABB IRB140) a sejmutým mračnem bodů překážek v pracovním prostoru (zde již po voxelizaci)

Optimalizace spotřeby robotu

Ve spolupráci s FEI je prováděn společný výzkum v oblasti optimalizace spotřeby robotu pomocí úpravy jeho trajektorie (s ohledem na požadavky technologie). V průběhu roku 2018 bylo testováno několik optimalizačních algoritmů pro danou úlohu. Testování probíhalo na reálním robotu UR3 a i na jeho simulačním modelu. Výsledkem je optimalizační algoritmus využívající hejno částic (PSO). Řešitelé: prof. RNDr. Snášel, CSc., prof. Dr. Ing. Novák, Ing. Bobovský, Ph.D., Ing. Šafařík, Ph.D., Mgr. et Mgr. Papřok, Ing. Vysocký.

5.2. Řešené projekty (granty) na národní úrovni

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Poskytovatel grantu	Rok zahájení řešení	Délka řešení	Odpovědný řešitel/řešitel na pracovišti	Počet prac.	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
<i>Výzkum a vývoj vícekomorového izolačního skla nového typu a jeho výroby.</i> Research and development of a new type of multichambered insulated glazing and its production.	MPO	11/2017	3 roky	Ing. Dobrovolný, Energy In prof. Mostýn VŠB-TUO	3 Kat354 3 Kat361	0	celkem 21 440 VŠB- TUO 2,9M
<i>Centrum výzkumu pokročilých mechatronických systémů.</i> Research Centre of Advanced Mechatronic Systems Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání, Výzva č. 02_16_019 pro Excelentní výzkum v prioritní ose 1 OP	MŠMT	10/2017	5 let	VP2 prof. Mostýn	8		64M z 240 M
PRE SEED fond VŠB- Technické univerzity Ostrava TG01010137/GPP1	MŠMT	2018	1 rok	ing. Bobovský	4		0,7M
DMS - Platforma pro výzkum orientovaný na Průmysl 4.0 a robotiku v ostravské aglomeraci (FEI, FS, FMMI)	MŠMT	2018	5let	prof. Petr Novák * 11 od 1.1 2019	2/(11*)		16M z 80M
SP2017/143 – Výzkum a vývoj robotických systémů	MŠMT	2017	1 rok	Ing. Václav Krys, Ph.D.	3 zam./ 22 stud.	0	1,1M
Celkem							

5.3. Řešené projekty (granty) na mezinárodní úrovni

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Poskytovatel grantu	Rok zahájení řešení	Délka řešení	Odpovědný řešitel/řešitel na pracovišti	Počet prac.	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
Celkem							

5.4. Nově podané projekty (granty)

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Poskytovatel grantu	Rok zahájení řešení	Délka řešení	Odpovědný řešitel	Stav návrhu (přijetí)	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
SP2019/69 - Digitální dvojčata robotických systémů a jejich verifikace	MŠMT	2019	1 rok	Ing. Václav Krys, Ph.D.	probíhá řízení	0	1 008
TH04010428 - Výzkum možností robotizace technologie kompletace kovových výrobků s pryží	TAČR	2019	3 roky	Ing. Václav Krys, Ph.D.	přijat		1 049

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Poskytovatel grantu	Rok zahájení řešení	Délka řešení	Odpovědný řešitel	Stav návrhu (přijetí)	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
Nahrazení lidských zdrojů robotizací u svařování tlakově nenamáhaných spojů armatur č. TJ02000136	TAČR Zeta2	3/2019	2 roky	Ing. Lukáš Kušnír (346) Dominik Heczko (354) Petr Široký (354)	přijat	0	7,7M (4,3M VŠB-TUO)
Národní Centra Kompetence - Mechatroniky a chytrých technologií pro strojírenství (NCK MESTEC)	MŠMT	2019	2 roky	Dílčí cíl 3.7 Prof. Petr Novák	přijat		10,7M (3,7M VŠB)

5.5. Projekty v rámci specifického výzkumu

Název projektu (česky i anglický překlad) (číslo, označení)	Poskytovatel grantu	Rok zahájení řešení	Délka řešení	Odpovědný řešitel	počet prac.	Fin. objem IP (tis. Kč)	Fin. objem NIP (tis. Kč)
SP2018/86 – Adaptabilita robotických systémů	MŠMT	2018	1 rok	Ing. Václav Kryš, Ph.D.	4 zam./14 stud.	0	840
Celkem							

5.6. Zapojení do projektů EU

(včetně spolupráce na přípravě projektů podávaných jinými institucemi)

Název specifického programu	
Název projektu (př. akronym)	
Typ aktivity	
Doba trvání projektu	
Kontaktní osoba (garant za VŠB-TUO)	
Koordinátor projektu	
Partneři	

5.7. Zahraniční pobyty pedagogů i studentů pracoviště v rámci VaV

- ing. Aleš Vysocký – Tohoku University, Sendai, Japonsko, – laboratoř Kolaborativní robotiky
- prof. Petr Novák – Tohoku University, Sendai, Japonsko, Shenyang Aerospace university, Čína – přednášky z oblasti mobilní robotiky pro důlní průmysl, VaV na Katedře robotiky

5.8. Personální změny v oblasti VaV

Nebyly

5.9. Nové laboratoře, laboratorní přístroje v daném roce

- Měřicí a laboratorní technika
- Systém 3D strojového vidění Bin Picking



Obr. Testování systému BinPicking (3D scanner) od PhotoNeo

- Rámy pro 2 nová výuková pracoviště s průmyslovými roboty ABB IRB140
- 2x development kit Jetson TX-2 – specializovaný embedded řídicí systém GPU
- 3D kamery 3x ASUS Xtion2 a 3x Intel RealSense D435 pro 3D vidění
- Zkušební stand pro testování senzorů (3D kamer)



Obr. Zkušební stand pro testování senzorů (3D kamer)

5.10. Počítačové učebny, výpočetní technika

V Centru robotiky – „Stará menza“ počítačová učebna s 20 PC pro výuku CAD systémů.
Kapacita 20-40 studentů.

Další dvě počítačové učebny s cca 10 + 9 PC na učebnách D122 a D123.

5.11. Činnost odborných pracovišť, školicích středisek, vědecko-pedagogického pracoviště při katedře (institutu), jejich nejvýznamnější výsledky v daném roce

Řada funkčních vzorků, autorizovaného software, užitný vzor, publikační činnost

6. SPOLUPRÁCE VE VĚDĚ A VÝZKUMU

6.1. Spolupráce se subjekty v ČR, předmět spolupráce

V rámci výzkumu a vývoje v oblasti servisní robotiky Katedra robotiky spolupracuje s předními pracovišti robotického výzkumu v ČR:

- ČVUT, CIIRC – Český ústav informatiky robotiky a kybernetiky,
- VUT v Brně, Středoevropský technologický institut – CEITEC,
- Univerzita obrany Brno, Katedra taktiky,
- VOP Nový Jičín,
- Energy In, s.r.o.
- První Signální, a.s.
- C-modul, s.r.o.
- Continental,
- Brose,
- Hella
- Škoda Auto,
- Brano,
- Varroc,
- Moravský výzkum,
- a další...

Dále katedra spolupracuje s řadou výrobních podniků, které mají v náplni také výzkum.

6.2. Spolupráce se subjekty v zahraničí, předmět spolupráce

UC3M, (Madrid, Univerzita), Španělsko – Robotika, publikace

SkyTech Research, Polsko - Robotika, publikace

Shenyang Aerospace University, Čína – robotika, společná laboratoř

7. ODBORNÉ AKCE

7.1. Národní konference a semináře (případně se zahraniční účastí)

prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn, Ing. Václav Krys, Ph.D., Ing. Petr Široký

- Brno
 - Konference: Trendy v robotizaci a automatizaci – Roboty 2018
 - 30. 1. – 1. 2. 2018

Ing. Jan Lipina, Ph.D., Ing. Václav Krys, Ph.D.

- Brno
 - Konference: moderní výrobní technologie a materiály
 - 10. 5. 2018

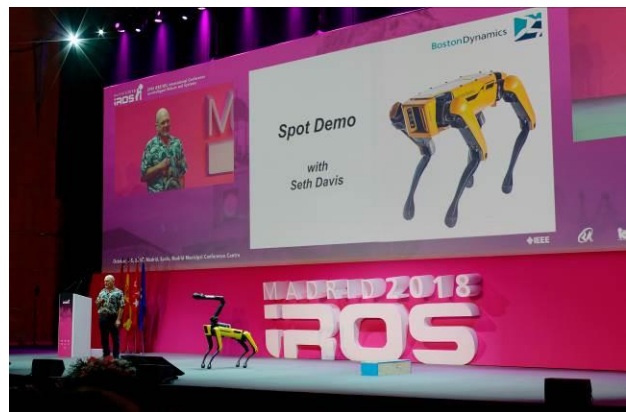
7.2. Mezinárodní konference a semináře

Ing. Václav Krys, Ph.D.

- Lisabon, Portugalsko
 - TRIZfest 2018
 - 11. – 16. 9. 2018

prof. Dr. Ing. Vladimír Mostýn, Ing. Zdenko Bobovský, Ph.D., Ing. Tomáš Kot, Ph.D., Ing. Václav Krys, Ph.D., Ing. Robert Pastor, Ing. Michal Vocetka, Ing. Dominik Heczko, Ing. Daniel Huczala, Bc. Lukáš Káňa, Bc. Petr Oščádal, Bc. Daniel Vrbka,

- Madrid, Španělsko
 - IROS 2018
 - 30. 9. – 6. 10. 2018





Obr. IROS 2018

Ing. Václav Krys, Ph.D.

- Košice, Slovensko
 - Seminář „Inovačný manažment v mechatronike, robotike a automatizácii výrobných systémov“
 - 12. – 13. 11. 2018
 - Pozvaná prednáška: *Vzdělávání v oblasti mechatroniky a robotiky s podporou inovačního managementu na VŠB – TU Ostrava* - hrazeno z projektu klastru AT+R
 -

prof. Dr. Ing. Petr Novák,

Název pracovní cesty: Technologická mise „Průmysl 4.0 a robotika“

Místo: Jižní Korea

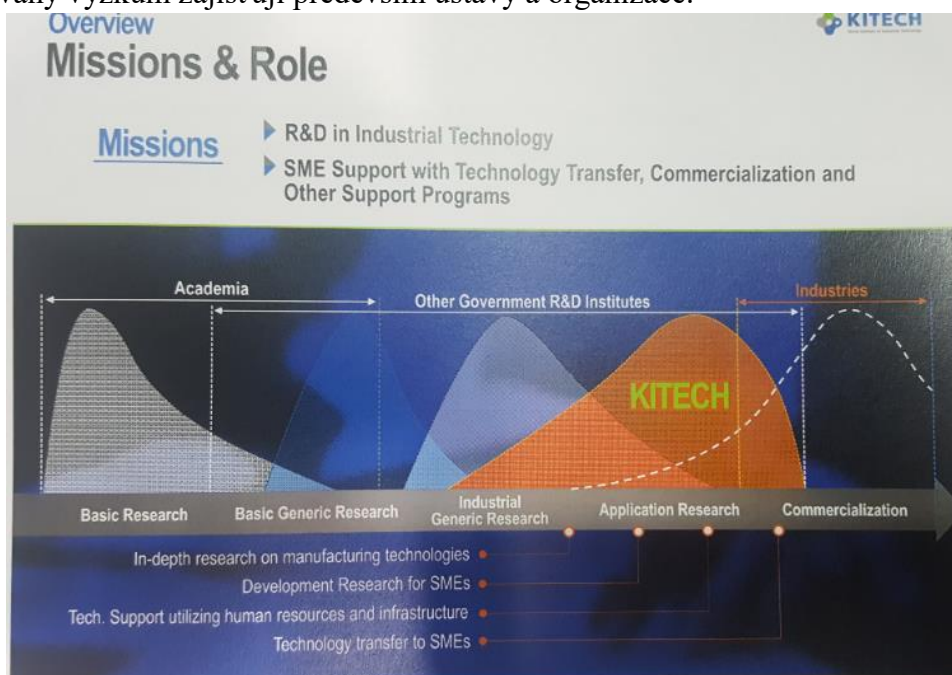
Datum: 28.5. – 1.6.2018

V pěti pracovních dnech proběhly návštěvy níže uvedených univerzit a výzkumných společností:

Korean Advanced Institute of Science and Technology	http://www.kaist.edu/html/en/	Seoul National University	http://www.useoul.edu/
Korean Institute of Industrial Technology	http://eng.kitech.re.kr/main/	Společnost Doosan	http://www.doosan.com/en/
Korean Institute of Materials and Machinery	https://www.kimm.re.kr/e_main	Pohang University of Science and Technology	http://www.postech.ac.kr/eng/
Korean Electronics Technology Institute	http://www.keti.re.kr/eng/	Společnost Posco	http://www.posco.com/homepage/docs/eng5/jsp/s91a000001i.jsp
Korean Institute for Advancement of Technology	https://www.kiat.or.kr/site/engnew/index.jsp	Ulsan National Institute of Science and Technology	http://www.unist.ac.kr/
Sungkyunkwan University	http://www.skku.edu/eng_home/index.jsp	Společnost Hyundai	https://www.hyundaimotorgroup.com/MediaCenter/Library/11649.hub

Shrnutí:

1. Navštívené technické univerzity se zaměřují především na základní výzkum. Podle vyjádření některých z nich, se daří cca 60% výsledků komercionalizovat.
2. Aplikovaný výzkum zajišťují především ústavy a organizace.



3. Do výzkumu jsou na univerzitách běžně zapojováni studenti MSc a PhD.
4. Jako studijní programy jsou nabízeny (mimo MSc, PhD) i verze „integrovány“ MSc+PhD.
5. Rozpočet navštívených univerzit je z cca 60% ze státního rozpočtu.
6. Rozpočet – násobně vyšší než v ČR (i 20ti násobně)





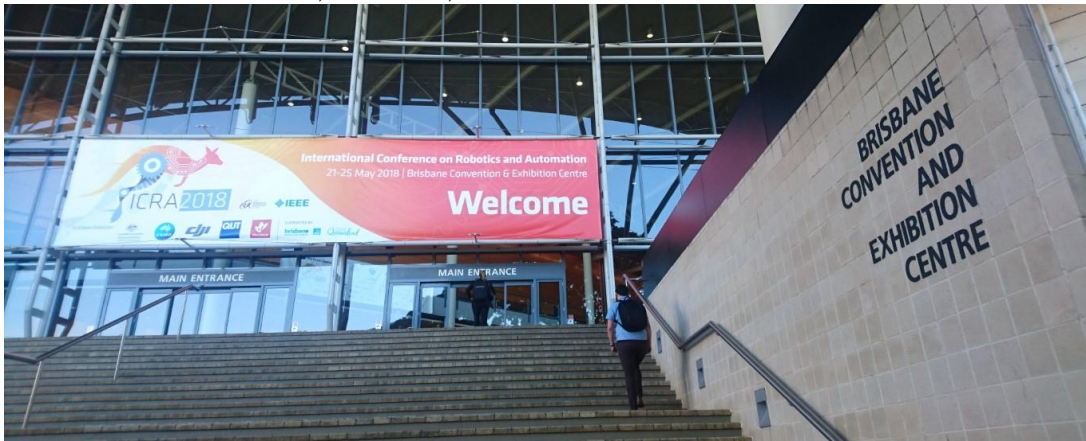
prof, Dr.Ing. Petr Novák,
• Santa Clara, USA



- Účast na konferenci Collaborative robots, Advanced vision technologies, Artificial intelligence 2018

Ing. Robert Pastor:

- Konference ICRA2018, Brisbane, AUS



7.3. Studentské soutěže STOČ apod.

V roce 2018 jsme se nezúčastnili

7.4. Letní školy, kurzy a školení

Úvod do C-sharp – Seminář k výuce programování v .dot Net. V letním semestru.

Úvod do SolidWorks – Seminář k modelování strojních součástí a dynamických analýz.

V-Rep + MatLab - V letním semestru, 4 denní seminář vedený kolegy s SUT Gliwice

7.5. Jiné akce

Účast na Dnech NATO 2018 – katedra prezentovala mobilní roboty ve stánku Fakulty strojní společně s Institutem dopravy



Obr. Dny NATO

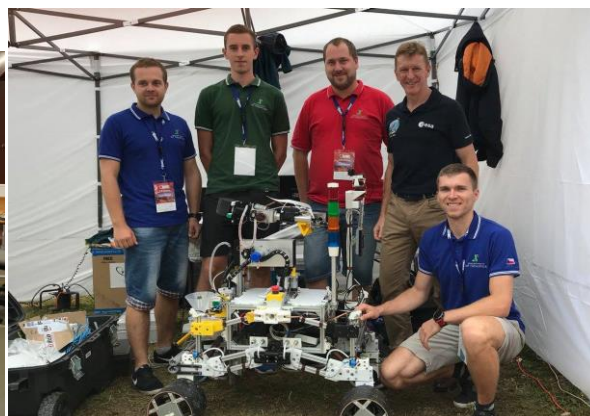
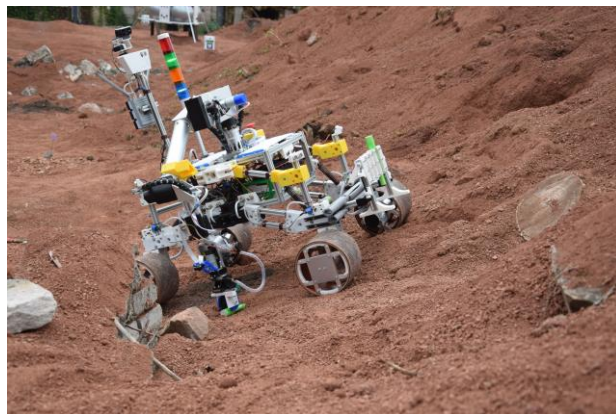
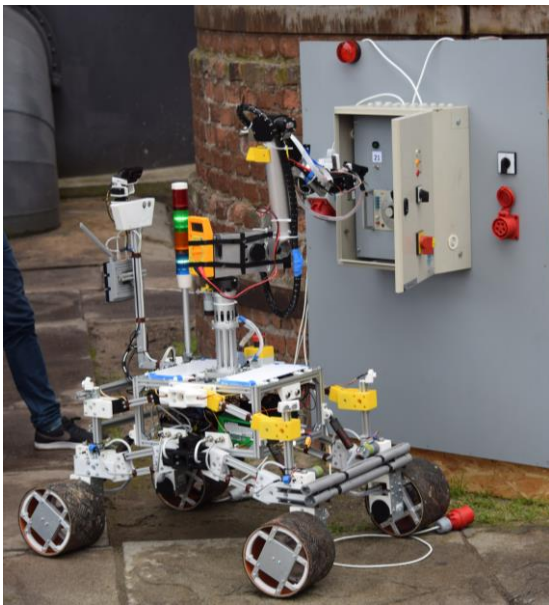


Dny otevřených dveří VŠB-TU Ostrava – katedra se zúčastnila celouniverzitních dnů otevřených dveří v Aule VŠB.



Obr. U stánku Katedry robotiky na Dnech otevřených dveří

Účast na soutěži **European Rover Challenge (ERC) 2018** – jedenáctičlenný tým doktorandů a studentů 4. a 5. ročníku navrhl a sestrojil mobilní robot pro mezinárodní soutěž v Polsku. Samotné soutěže se poté účastnil tým v sedmi členech. Z 65 přihlášených týmů skočil tým „**RoverOva**“ z Katedry robotiky na 5. místě. Stránky projektu: robot.vsb.cz/rover



Obr. ERC 2018

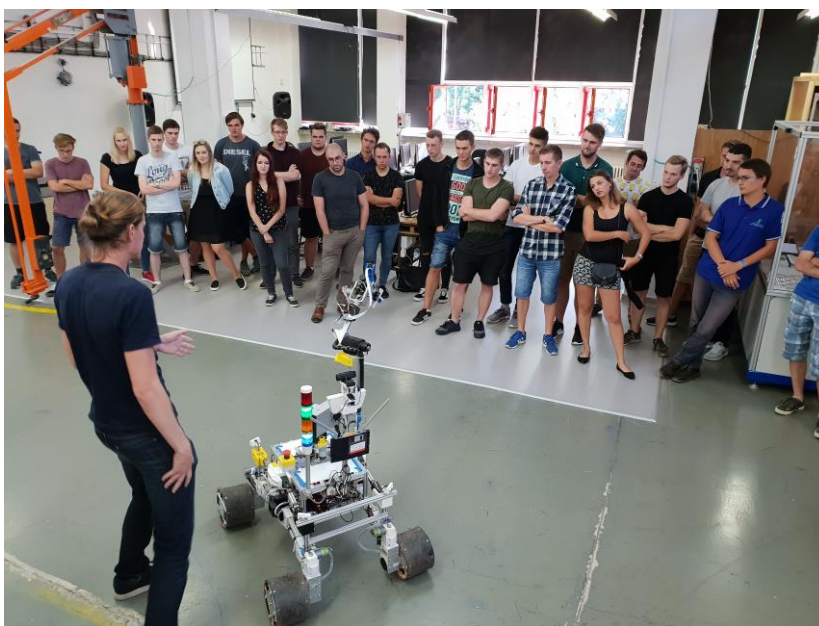


Obr. Dobré ráno s ČT ☺ - představení projektu

Další akce...



Obr. Školení ovládnání Defibrilátoru (pro studenty a zaměstnance katedry) – roce 2018 pořízeny 2 ks



Obr. Den oboru – určeno pro prezentaci oboru pro nové studenty 3.r. Bc. a seznámení studentů navzájem mezi ročníky

Exkurze...



Obr. Exkurze Klubu nadaných dětí pod záštitou Mensy ČR - Gymnázium, základní a mateřská škola Hello s.r.o.



Obr. Exkurze studentů ze ZŠ Provaznická

8. ČLENSTVÍ PRACOVNÍKŮ

8.1. Zastoupení VŠB-TUO v reprezentaci českých vysokých škol, v mezinárodních organizacích, v profesních organizacích

Organizace	Stát	Statut
Multi-domain Advanced Robotic Systems (MARS) Conference v rámci Future Forces Forum 2018	ČR	Prof. Mostýn, prof. Novák, Člen programového výboru
MESAS 2018	Itálie	prof. Novák, Člen programového výboru
UTB – Fakulta technologická	ČR	Prof. Mostýn - člen VR

8.2. Přehled členství v organizacích sdružujících vysoké školy, v národních a profesních organizacích (mimo VŠB-TUO)

Organizace	Stát	Statut
Česká společnost robotické chirurgie.	ČR	Prof. Mostýn - člen
Moravskoslezský automobilový klastr	ČR	Prof. Mostýn - člen výkonného výboru viceprezident

8.3. Členství v orgánech na VŠB-TUO

Prof. Novák – člen Vědecké rady VŠB – TUO.

9. SPOLUPRÁCE S PRŮMYSEM

9.1. Doplňková činnost

Za účelem zakázkové výroby prototypových dílů na výrobním systému FORTUS 360 mcL byla založena HS 3541802. V rámci této HS bylo realizováno 6 zakázek v celkovém finančním objemu 13 467,- Kč.

9.2. Další formy spolupráce s průmyslem

(společná experimentální pracoviště, smlouvy o spolupráci, pořádané kurzy, exkurze studentů, atd.)

Druh spolupráce	Název firmy	Oblast spolupráce	Počet zúčast. studentů/prac.
smlouvy o spolupráci	HS3541701	Zakázková výroba prototypových součástí – Rapid prototyping	0/1
pořádané kurzy ve spolupráci s firmou			
exkurze středoškoláků na katedře	Gymnázia, střední školy.	Prezentace FS, katedry	80/6
Odborná praxe jeden týden	ABB	Odborné týdenní stáže v Repair & Reconditioning Center	14
odborné přednášky z praxe	ZZS Ostrava Mgr. Ivana Veselá	Školení první pomoci	40/6
	ČČK Olomouc	Školení AED	40/7
	WHS Handlig Ing. Vehovská	Odborná přednáška	15/1
	ABB Ing. Grečner	Odborná přednáška	16/1
	Valk Welding Ing. Vavrečka	Odborná přednáška	10/1
	SCHUNK Ing. Kabourek	Odborná přednáška	14/1
	DAS Ing. Lisník	Odborná přednáška	16/1
příprava témat pro diplomové popř. seminární práce, ročníkové projekty	KES -Kabelové a elektrické systémy Vratimov	Zadání DP	1
	Adler Czech a.s.	Zadání DP	
	Borcad Medical	Zadání DP	1
	Lázně Darkov	Zadání DP	1
spolupráce při tvorbě osnov předmětů (definice požadavků k přípravě na nové profese)	SPŠ strojnicá Olomouc	Zřízení oboru Mechatronika	
podíl na přípravě zaměření a profilování studentů v závěrečné etapě studia	VOP CZ, s.p.	exkurze	18/1
Exkurze studentů	HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o., Mohelnice, 2. 3. 2018		28/2
	Adler Czech, a.s., Ostrava – Kunčičky,		5/1
	Automatica Mnichov		18

10. Publikační činnost

10.1 Články v zahraničních časopisech – s impakt faktorem

Vavra, P., Kárník, L., Skrobankova, M., Jurcikova, J., Ihnat, P., Zonca, P., Peteja, M., El-gendi, A., Czudek, S. **Advancement in Liver Laparoscopic Resection – Development of a New Surgical Device.** *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2018, vol. 51, issue 4. ISSN 0100-0879. e-ISSN 1678-8451. **IF 1.492 (Q3)** **WoS** **Scopus**

Kot, T., Novák, P. **Application of Virtual Reality in Teleoperation of the Military Mobile Robotic System TAROS.** *International Journal of Advanced Robotic Systems.* 2018, vol. 15, issue 1. ISSN 1729-8814. **IF 0.952 (Q4)** **WoS** **Scopus**

Novák, P., Kot, T., Babjak, J., Konečný, Z., Moczulski, W., Rodriguez-lópez, A. **Implementation of Explosion Safety Regulations in Design of a Mobile Robot for Coal Mines.** *Applied Sciences.* 2018, vol. 8, Issue 11 (special issue Advanced Mobile Robotics). ISSN 2076-3417. **IF 1.689 (Q3)** **WoS** **Scopus**

Bobovský, Z., Kryš, V., Mostýn, V. **Kinect v2 infrared images correction.** *International Journal of Advanced Robotic Systems.* 2018, roč. 15, č. 1, ISSN 17298814. **IF 0.952 (Q4)** **WoS** **Scopus**

Mostýn, V., Kryš, V., Kot, T., Bobovský, Z., Novák, P. **The Synthesis of a Segmented Stair-Climbing Wheel.** *International Journal of Advanced Robotic Systems.* 2018, Volume 15, issue 1, ISSN 1729-8814. **IF 0.952 (Q4)** **WoS** **Scopus**

Bernatíková, Š., Tomášková, H., Bužga, M., Jiráček, Z., Novák, P., Babjak, J., Kot, T., Kryš, V., Jánošík, L. **Verification of Electronic Device Technology for Measurement and Evaluation of Thermal Exposure of Fire Fighters and Members of Rescue Teams.** *Medycyna Pracy.* 2018, vol. 69, nr. 1, pp. 1-11. ISSN 0465-5893. **IF 0.61 (Q4)** **WoS** **Scopus**

10.2 Články v domácích časopisech

Suder, J., Mihola, M., Konečný, Z., Kot, T., Pastor, R. **Modifications to the Effector for Measurement of Gripping Force.** *MM Science Journal.* 2018, December, pp. 2606-2610. ISSN 1805-0476. **Scopus**



Lipina, J., Kryš, V., Mec, P. **Simulation Model of Polycarbonate Material for Additive Technology FDM.** *MM Science Journal.* 2018, December, pp. 2611-2615. ISSN 1805-0476. **Scopus**


Pastor, R., Vysocký, A., Široký, P., Konečný, Z., Kárník, L. **Use of Different Simulation Methods for Design of Experimental Rover.** *MM Science Journal.* 2018, December, pp. 2616-2620. ISSN 1805-0476. **Scopus**

10.3 Příspěvky na mezinárodních konferencích nebo seminářích

Kot, T., Novák, P., Babjak, J. **Application of Augmented Reality in Mobile Robot Teleoperation.** In *Modelling and Simulation for Autonomous Systems MESAS 2017, Lecture Notes in Computer Science.* Vol 10756. Cham : Springer, 2018. pp 223-236. ISBN 978-3-319-76071-1. **WoS** **Scopus**

Babjak, J., Kot, T., Novák, P., Kryš, V., Bobovský, Z. **Mobile Robot Failure Prevention by Real-Time Thermal Monitoring.** In *Modelling and Simulation for Autonomous Systems*

MESAS 2017, *Lecture Notes in Computer Science*. Vol 10756. Cham : Springer, 2018. pp 133-139. ISBN 978-3-319-76071-1.  

Lipina, J., Krys, V., Fojtík, F. **Tensile test on samples produced by Rapid Prototyping technology with a higher number of contours.** In *INES 2018*. 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems. June 21-23, 2018 Las Palmas de Gran Canaria, Spain : Óbuda University, Budapest, Hungary, 2018. 

Kot, T., Novák, P., Babjak, J. **Using HoloLens to Create a Virtual Operator Station for Mobile Robots.** In *19th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. IEEE, 2018. pp. 422-427. ISBN 978-1-5386-4763-9.  

10.4 Příspěvky na domácích konferencích nebo seminářích

Machalla, V., Frydryšek, K., Mostýn, V., Suder, J. **Evaluation of tensile test for specific polymer.** In *Applied Mechanics 2018*. Myslovice : Západočeská univerzita v Plzni, 2018. p. 81-86. ISBN 978-80-261-0766-8.