

RICAIP Testbed Brno je unikátní **laboratoř Průmyslu 4.0** pro **výzkum, vývoj a inovace v oblastech digitalizace a automatizace** výroby, která vznikla pod hlavičkou projektu RICAIP (Research and Innovation Centre on Advanced Industrial Production) na CEITEC VUT.

Testbed byl slavnostně otevřen v kampusu Vysokého učení technického v Brně v listopadu 2022.

RICAIP Testbed Brno nabízí otevřenou platformu pro **vědecké týmy i průmyslové partnery**:

- společné projekty výzkumu a vývoje, podporu při vývoji vlastních aplikací,
- ověření inovativních řešení/technologií v prostředí, které je blízké průmyslovému,
- společné experimenty, testování vlastních technologických řešení, experimentální výroba,
- vzdělávací aktivity,
- inspiraci a demonstrace nejmodernějších technologií/aplikací (včetně AI řešení).



Služby pro firmy

Jste výrobní firma do 3000 zaměstnanců, která se nebojí inovovat, vnímá digitalizaci a automatizaci jako prostředek pro úsporu nákladů, optimalizaci výroby a zefektivnění procesů....

Naše služby

- Testování technologických řešení/prototypů před investicí/úvedením do výroby
- Ověření vlastního proof of conceptu
- Dovyvinutí produktů / aplikací/řešení
- Odborná expertiza / konzultace
- Inspirace a možnost vyzkoušení nejmodernějších technologií

Díky naší účasti v projektech EDIH-DIGIMAT a AI-MATTERs poskytujeme firmám na všechny služby **FINANČNÍ DOTACI**.

Rozsah a parametry každé služby jsou jedinečné, proto zde nehledejte ceník, ale přímo nás kontaktujte.

Hlavní oblasti výzkumu a spolupráce

- Flexibilní výrobní systémy
- Spolupráce člověk-robot-stroj
- Diagnostika strojů a mechatronických systémů
- Pokročilé aktuátory
- Průmyslové 5G komunikace
- Edge-computing, HPC a řada dalších

- Pokrytí privátní 5G sítí
- 1 3D tisk
- 2 Robotický sklad
- 3 Laserové řezání / svařování
- 4 5 osé frézování
- 5 3 osé frézování
- 6 Soustruh
- 7 Přesné 3D měření
- 8 AR / VR
- 9 Optický lokalizační systém
- 10 Montážní linka - roboti / koboti / AGV
- 11 Dynamometry pro průmyslové lineární a rotační pohony



1 3D tisk

Dostupné jsou tři 3D tiskové technologie - plnobarevný tisk z plastů (polymery vytvrzované UV světlem), tisk z průmyslových plastů a tisk z kovů technologií podobnou FDM s následným sintrováním.

Plnobarevný 3D tisk

Stratasys PolyJet J850 Prime

- Tisk z polymerů vytvrzovaných UV
- Stavební prostor 490 x 390 x 200 mm
- Přesnost - 0,1 mm do 100 mm,
- 0,2 mm nad 100 mm
- Používáme mód HighMix (CMYK + Bílá + materiál "Clear" + materiál "UltraClear")



Tisk z průmyslových plastů

Stratasys Fortus 450mc

- Materiály - ABS, ASA, Polykarbonáty, skupina materiálů Antero, skupina materiálů Ultem™, materiály plněné uhlíkovými vlákny, biokompatibilní materiály
- Stavební prostor 406 x 355 x 406 mm
- Přesnost $\pm 0,127$ mm nebo 0,015 mm/mm
- Vyhřívaná komora
- Tisková podložka



Tisk z kovů

- "Kancelářský tisk z kovu" se sintrováním
- Materiály - 17-4PH nerezová ocel, 316L nerezová ocel, 4140 nízkolegovaná ocel, H13 nástrojová ocel, D2 nástrojová ocel, Inconel 625, Inconel 718, Titan Ti64, měď
- Stavební prostor 300 x 200 x 200 mm,
- maximální doporučená velikost výtisku
- 100 x 100 x 100 mm
- maximální doporučená tloušťka stěny 10 mm
- Tryska 250 μ m nebo 400 μ m



2 Robotický sklad

Robotický sklad je vybaven manipulátorem FANUC M900iB/360 s nosností 360 kg, opakovatelností $\pm 0,1$ mm dle ISO 9283, s gripperem SCHUNK NSR maxi 220 pro paletovací systém, snímačem přítomnosti palety a protikolizní jednotkou.



3 Laserové řezání / svařování

Robotické laserové pracoviště bude vybaveno robotickým manipulátorem FANUC M800, laserovým zdrojem o výkonu 6 kW a dvouosým polohovacím stolem.

4 5-osé frézování

5-osé CNC obráběcí centrum DMG-MORI DMU50 3rd

- Upínací plocha stolu $\varnothing 630 \times 500$ mm
- Vřeteno 20.000 ot/min, 35 kW (40% zatížení)
- Přesnost 5 μ m
- Měřicí obrobková infra sonda
- Měření nástrojů laserem
- Systém nulového bodu
- Řídicí systém SIEMENS/CELOS



5 3-osé frézování

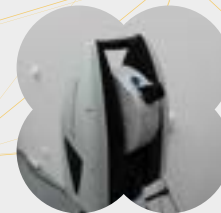
3-osé CNC obráběcí centrum DMG-MORI CMX 600V

- Velikost stolu 900 x 560 mm
- Max. hmotnost obrobku 600 kg
- Vřeteno 15.000 ot/min, 20 kW (40% zatížení)
- Měřicí obrobková infra sonda
- Doteková sonda pro měření nástrojů
- Přesnost ve všech osách 6 μm
- Systém nulového bodu
- Řídicí systém SIEMENS



Tracker Leica AT960 MR (krátký dosah) a LR (dlouhý dosah) + sonda T-Probe + laserový scanner AS-1

- Frekvence měření 1000 Hz
- Maximální povolená chyba měření (MPE) s reflektorem = $\pm 21 \mu\text{m} + 8,5 \mu\text{m/m}$ (ISO10360-10:2016)
- Měřicí rozsah měření ve 3D prostoru s reflektorem = 20 m / 80 m (MR / LR)



6 Soustruh

Soustruh s protivřetenem DMG-MORI CLX 350 v6

- Hlavní vřeteno 16,5 kW / 168 Nm / 5000 min⁻¹ (40% zatížení)
- Protivřeteno
- Revolverový zásobník nástrojů (12, resp. 24 pozic)
- Poháněné nástroje
- Přesnost X/Z lepší než 5/8 μm



Laserový scanner řádkový Hexagon AS-1

- Maximální chyba měření skeneru dle ISO10360-10:2016 v celém rozsahu = 50 μm
- Rychlost skenování 1 200 000 bodů/s
- Frekvence skenování 300 Hz
- Maximální povolená chyba měření (MPE) s reflektorem = $\pm 21 \mu\text{m} + 8,5 \mu\text{m/m}$ (ISO10360-10:2016)



7 Přesné 3D měření

Místnost pro přesné měření a 3D skenování je vybavena souřadnicovým měřicím systémem (CMM) s možností dotykového měření i laserového skenování řádkovým skenerem. Dále je dostupné měření laserovým scannerem a dotykovou sondou ve spojení s trackerem nebo sedmiosým měřicím ramenem. Místnost je vybavena přesnou klimatizací pro možnost měření za stabilních definovaných podmínek.

Sonda Hexagon T-Probe se šesti stupni volnosti

- Maximální povolená chyba měření (MPE) dle ISO10360-10:2016 s dotykovou sondou se 6 stupni volnosti = $\pm 42 \mu\text{m} + 7,7 \mu\text{m/m}$
- Měřicí dosah 10 m
- Akceptační úhel rotace kolem osy Y a Z = $\pm 45^\circ$



CMM Hexagon Global S Green s indexovatelnou otočnou hlavou HH-AS8-T5 a laserovým scannerem HP-L10.6T

- Měřicí rozsah X x Y x Z: 900 x 1200 x 800 mm
- Max. chyba měření dle ISO/ČSN 10360-2 při T=18-22°C MPEe(μm) 1.8 μm +L/333
- Motorická indexovatelná hlava o velikosti kroku 5 μm
- Rozlišení odměřování = 0,005 μm



Laserový scanner Hexagon HP-L10.6T

- Maximální chyba měření skeneru (P Form) dle ISO10360-8:2013 = +12 μm
- Rychlost skenování 600.000 bodů / s
- Frekvence skenování 300 Hz
- Zásobník pro automatickou výměnu pro laserový skener a dotekovou sondu



7-osé měřicí rameno Hexagon Absolute Arm

- S možností upnutí laserového scanneru AS-1
- Maximální přípustná délková chyba měření 0,031 mm
- Přesnost skenovacího systému s AS-1 = 0,047 mm



8 Vybavení pro AR/VR

Testbed je vybaven množstvím vybavení pro virtuální realitu, rozšířenou realitu a teleprezenci. Samotná výrobní hala je vybavena izolovaným klimatizovaným pracovištěm s vlastním regulovatelným osvětlením, ze kterého je možné dálkově řídit či ovládat procesy v testbedu, případně na dalších pracovištích a stanovištích připojených k internetu.

Hlavní položky vybavení pro virtuální a rozšířenou realitu:

- Několik helem a brýlí pro virtuální a rozšířenou realitu
- Zobrazovací technologie – projektory, monitory, 3D displeje
- Výpočetní jednotky pro virtuální realitu a umělou inteligenci
- Komunikační jednotky pro bezdrátový přenos dat ve vnitřním i vnějším prostředí
- Kamerové systémy a senzorické vybavení

9 Referenční optický lokalizační systém

Testbed bude vybaven přesným lokalizačním optickým systémem (Vicon). Tento systém umožňuje lokalizovat objekty uvnitř testbedu pomocí markerů ve tvaru malé kuličky. Tímto způsobem může být označen prakticky libovolný počet objektů a lokalizována jejich přesná poloha a orientace v prostoru. Systém je napojen na další systémy pomocí sítě internet a jeho měření mohou být kombinována s dalšími lokalizačními systémy.

10 Montážní linka - roboty / coboty / AGV

Testbed je vybaven robotickými průmyslovými manipulátory ABB, FANUC a KUKA včetně kolaborativních manipulátorů různých velikostí a nosností od různých výrobců s různými typy gripperů (chapadel). Pro obsluhu výrobní linky (zejména CNC strojů) slouží dva manipulátory na lineárním pojezdu. Sada malých a kolaborativních manipulátorů je určena pro obsluhu budoucího montážního pracoviště s dopravníkem na principu magnetické levitace.

FANUC M900iB/360 (sklad)

- Nosnost 360 kg
- Dosah 2655 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,1$ mm
- Stupeň krytí IP (tělo) IP54, volitelně IP56
- Stupeň krytí IP (3. osa a zápěstí) IP67
- Hmotnost 1540 kg
- Gripper SCHUNK NSR maxi 220
- protikolizní jednotka SCHUNK



Robotické manipulátory na lineárním pojezdu ABB IRB 4600 - 40/2.55

- Nosnost 40 kg
- Dosah 2550 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,06$ mm
- Stupeň krytí IP67
- Hmotnost 465 kg



Grippy a ostatní vybavení

- systém pro zakládání svěráků do nulového bodu SCHUNK R-C2 (GRESSEL)
- dvoučelistové chapadlo SCHUNK PGN-P240-1-SD
- tříčelistové chapadlo SCHUNK PZN-plus 200-1-SD
- magnetické chapadlo SCHUNK EMH 045-B
- toolchangery a protikolizní jednotky SCHUNK

Lineární pojezd

Güdel TMF-2

- Délka 19 m
- Celkové možné maximální zatížení jednoho pojezdu 826 kg
- Maximální rychlost pojezdu 1.2 m/s
- Maximální zrychlení 2 m/s²

Malé a kolaborativní manipulátory:

ABB YuMi IRB 14000(2x)

- Nosnost 0,5 kg
- Dosah 559 mm
- Počet řízených os 7 na každé ruce
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,1$ mm
- Stupeň krytí IP (tělo) IP54, volitelně IP56
- Stupeň krytí IP (3. osa a zápěstí) IP67
- Hmotnost 38 kg
- Grippy dvouprsté se servem ovládanými prsty, možnost vybavení černobílou kamerou a přísavkou



Fanuc CR-35iA

- Nosnost 35 kg
- Dosah 1813 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,03$ mm
- Stupeň krytí IP (tělo) IP54
- Stupeň krytí IP (3. osa a zápěstí) IP67
- Hmotnost 990 kg
- Gripper dvouprstý, pneumaticky ovládaný



Fanuc CRX-10iA/L

- Nosnost 10 kg
- Dosah 1418 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,04$ mm
- Stupeň krytí IP67
- Hmotnost 40 kg
- Gripper kolaborativní dvouprstý, elektricky ovládaný



KUKA KR6 R700-2 (2x)

- Nosnost 6.8 kg
- Dosah 726 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,02$ mm
- Stupeň krytí IP65 / IP67
- Hmotnost cca 53 kg
- Gripper dvouprstý, pneumaticky ovládaný



ABB IRB-1200-7/0.7

- Nosnost 7 kg
- Dosah 700 mm
- Počet řízených os 6
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,02$ mm
- Stupeň krytí IP67
- Hmotnost 52 kg
- Gripper dvouprstý, pneumaticky ovládaný



KUKA LBR iiwa 7 R800 (2x)

- Nosnost 7 kg
- Dosah 800 mm
- Počet řízených os 7
- Opakovatelnost (ISO 9283) $\pm 0,1$ mm
- Stupeň krytí IP54
- Hmotnost cca 23.9 kg
- Gripper dvouprstý kolaborativní, elektricky ovládaný



Všesměrové roboty

Testbed je dále vybaven třemi všesměrovými roboty s vysokou nosností, pomocí kterých je možné převážet materiál, obrobky a výrobky v rámci továrny.

- Stroje jsou vyvinuty na zakázku ve spolupráci s firmou TG Drives, mají nosnost 300 kg a akumulátorové napájení.
- Roboty disponují senzorickým vybavením, včetně 3D laserových proximity skenerů, pro snímání svého okolí, tvorbu map, lokalizaci a detekci překážek.
- Roboty jsou schopny komunikovat s nadřazenými systémy pomocí bezdrátových komunikačních modulů.



11 Rotační a lineární dynamometry

Testbed je vybaven třemi rotačními a jedním lineárním dynamometrem pro zatěžování primárně elektrických motorů.

- Rotační dynamometry mají výkony 15, 100 a 250 kW.
- Lineární dynamometr má délku dráhy 4,7 m, maximální sílu 10 kN a maximální rychlost 15 m/s. Odměrování lineárního dynamometru má přesnost 10 μm .

Další vybavení pracoviště:

- DC/DC zdroje 700 V 400 A určené k napájení testovaných motorů a jejich měničů. Tyto zdroje zároveň umožňují simulaci baterií.
- Dva samostatné zdroje chladicí vody.
- Měřicí systémy (osciloskopy, wattmetr + příslušné sondy), měniče a rapid prototyping s řídicími systémy pro otestování samostatných motorů až do výkonu 250 kW.

ASD S210 – vysokootáčkový dynamometr

- Maximální otáčky 20000 RPM
- Maximální výkon 250 kW
- Maximální moment (4775 RPM) 420 Nm
- Rekuperační DCDC zdroj 700 V 400 A

ASD S100 – vysokootáčkový dynamometr

- Maximální otáčky 15000 RPM
- Maximální výkon 100 kW
- Maximální moment (5000 RPM) 190 Nm
- Rekuperační DCDC zdroj 700 V 400 A sdílený s ASD S015

ASD S015 – dynamometr pro průmyslové motory

- Maximální otáčky 20000 RPM
- Maximální výkon 15 kW
- Maximální moment (3000 RPM) 48 Nm
- Rekuperační DCDC zdroj 700 V 400 A sdílený s ASD S100

Lineární dynamometr

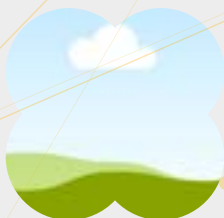
- Délka dráhy 4,7 m
- Maximální rychlost 15 m/s
- Maximální síla 10 kN
- Přesnost odměrování 10 μm
- Rekuperační DCDC zdroj 700 V 400 A

Měniče

- 3f SiC 700 V 320 A
- 6f IGBT 450 V 400 A
- 3f IGBT 450 V 320 A

Měřicí přístroje

- HIOKI MR6000 datalogger - 16 kanálů analog + sondy napětí/proud, 16 kanálů digitál
- HIOKI PW8001 wattmetr - 16 kanálů + sondy napětí/proud + motor option
- Tektronix MSO68B osciloskop + sondy



Zařízení pro monitorování a diagnostiku

Testbed je vybaven i měřicími zařízeními zejména pro analýzu dynamických mechanických veličin jako jsou vibrace a hluk. Pro bezkontaktní měření vibrací je k dispozici skenovací laserový vibrometr Polytec PSV-500.



5G síť

- Privátní síť na vlastní infrastrukturu instalovaná ve spolupráci s T-Mobile (bezpečnost dat, data neopouštějí pracoviště).
- Vnitřní pokrytí testbedu a venkovní pokrytí kampusu CEITEC

Automatizační HW, PLM SW

Připravujeme....

- Laserové svařování/řezání
- Inteligentní planární dopravníky
- HPC pro úlohy AI, CAD, FEM,....
- Snímání dat pro diagnostiku obráběcích strojů a nástrojů
- Krácející roboty
- Nasazení 5G pro automatizační sítě

KONTAKTY

PROJEKTY



RICAIP

EDIH-DIGIMAT



PARTNEŘI



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



intemac

