

Speciální roboty pro nedestruktivní testování

(přehled prototypových řešení a řešených projektů)

Ing. Martin Švejda, PhD. / 06. 09. 2018

prof. Ing. Miloš Schlegel, CSc. (vedoucí oddělení automatického řízení)

Hlavní cíle výzkumu v robotice

- ▶ **Nestandardní robotické aplikace (řešení na míru)**
- ▶ Požadavky a specifikace plynoucí od průmyslových partnerů
- ▶ Model based design (od matematicko-fyzikálního modelu po prototyp)
- ▶ Optimalizace návrhu a předimplementační analýzy
- ▶ Vlastní real-time řídicí systém **REXYGEN** (včetně podpory PLCopen motion control a mnohé další)



- ▶ Úzká spolupráce s průmyslem (projekty, smluvní výzkum)



Integrated Micro-Electronics
CZECH REPUBLIC



Proces „zrození“ nového robotu

Požadavky průmyslového partnera



Analýza, matematicko-fyzikální modelování



Simulace, verifikace, vyhodnocení splnění požadavků

Virtuální realita (např. 3D vizualizace navrženého řešení)

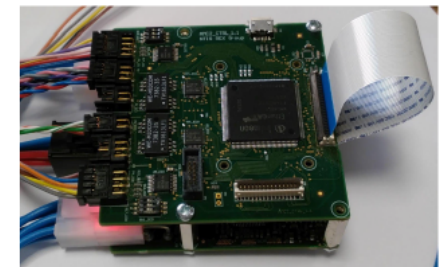
Návrh HW vybavení (instrumentace vlastní/subdodávky)

Re-design (korekce požadavků)



Implementace alg. do ŘS (vlastní řešení)

Tvorba HMI/vizualizace



AIC

(Advanced Industrial Computer, FPGA)

Testování (laboratoře, experimentální haly, provozy,...)

Korekce HW/SW realizace



AMC

(Advanced Motor Controller)

Uvedení do provozu, předání partnerovi, výstup projektu, patent, užitný vzor, ...

Vlastní HW/SW řešení pro R&D v robotice:

SW: Řídicí systém REXYGEN (www.rexcontrols.cz)

HW: Řídicí počítač AIC, Monarco HAT

HW: Servozesilovač pro malé výkony AMC

HW: Speciální jednoúčelové desky (komunikace, senzorka, ...)



Monarco HAT

(Raspberry Pi => PLC / mini industrial PC)

Speciální roboty pro nedestruktivní testování

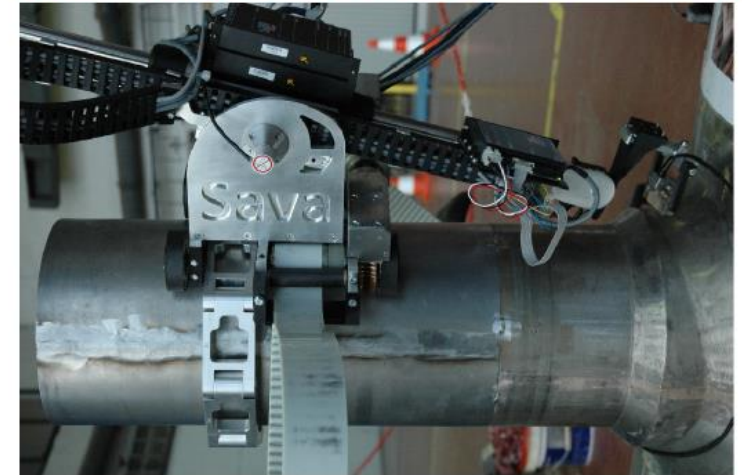
Ruční testování



Semi-automatizované testování



Automatické robotické testování



Přesnost Opakovatelnost Ergonomie Bezpečnost

R&D Cena



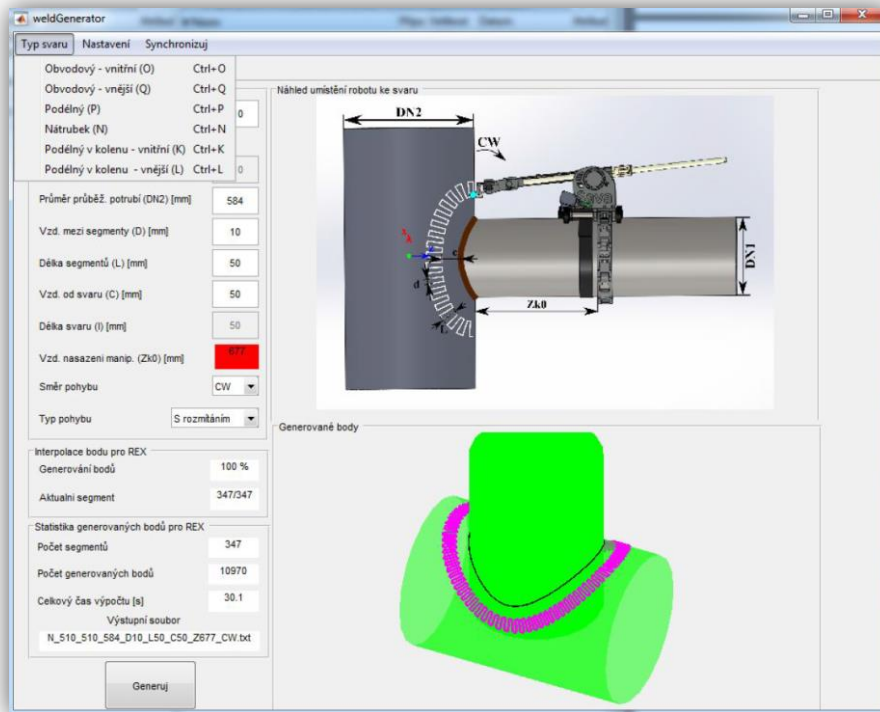
+



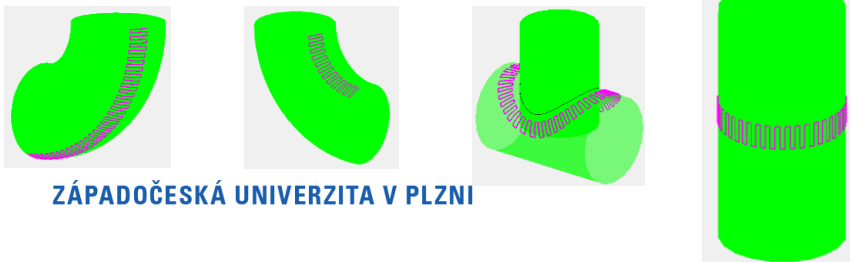
= Nová prototypová řešení

SAVA NDT robot (ÚJV Řež, a.s.)

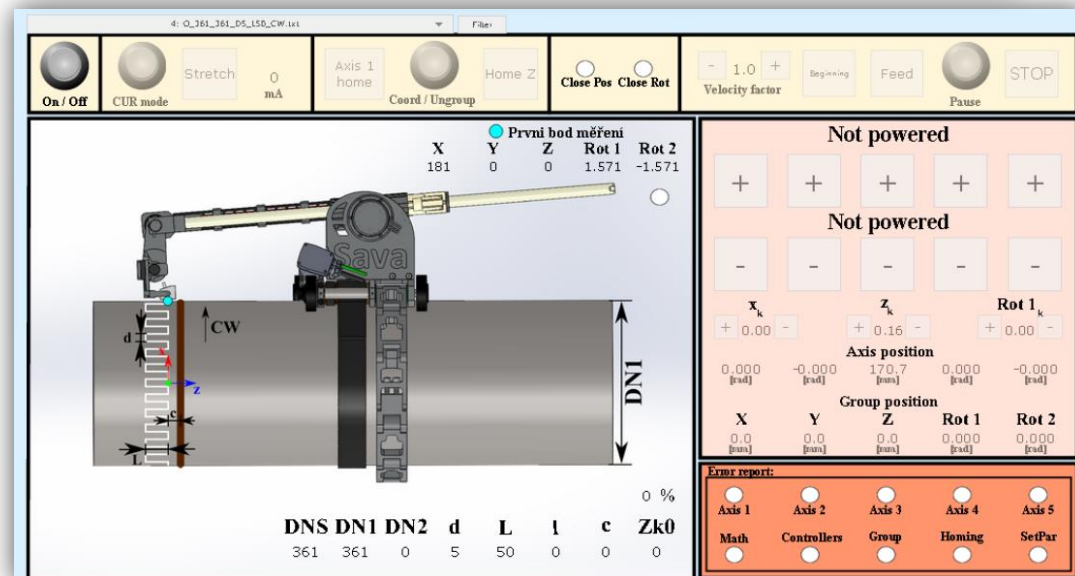
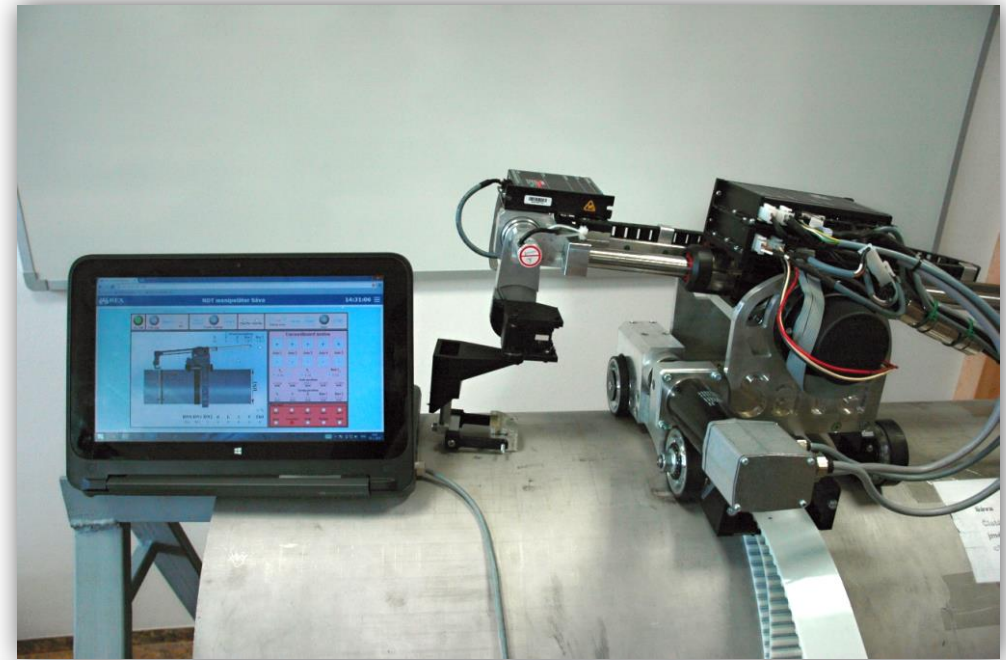
- 5 DoF robot speciální architektury
- NDT komplexních potrubních svarů (JE)



Generátory trajektorie a optimalizace



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI



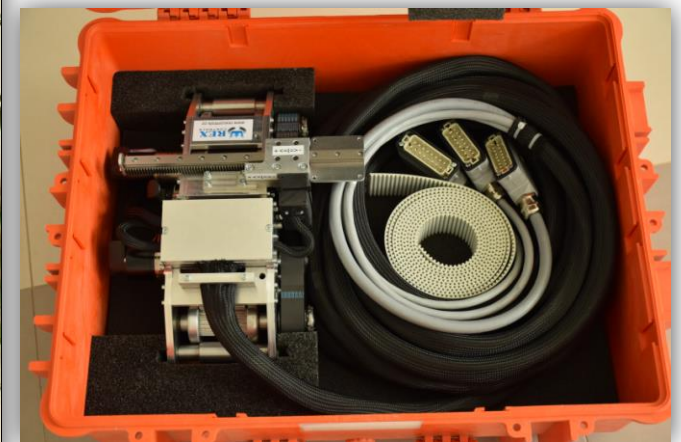
HMI interface (vizualizace)

SAVA – reálné testy (ÚJV, a.s. – exp.hala)



Robot pro NDT obvodových svarů (Škoda JS, a.s.)

- 2 DoF robot pro obvodové svary potrubí
- Unikátní systém řízení napnutí v ozubeném řemenu dvěma pohony (eliminace proklouznutí)
- Přenosné, kompaktní řešení
- ČR patent (ŠJS + ZČU, č. spisu: 306666)
- Smluvní výzkum (Škoda JS, a.s.)
- Funkční testy – připraveno pro NDT

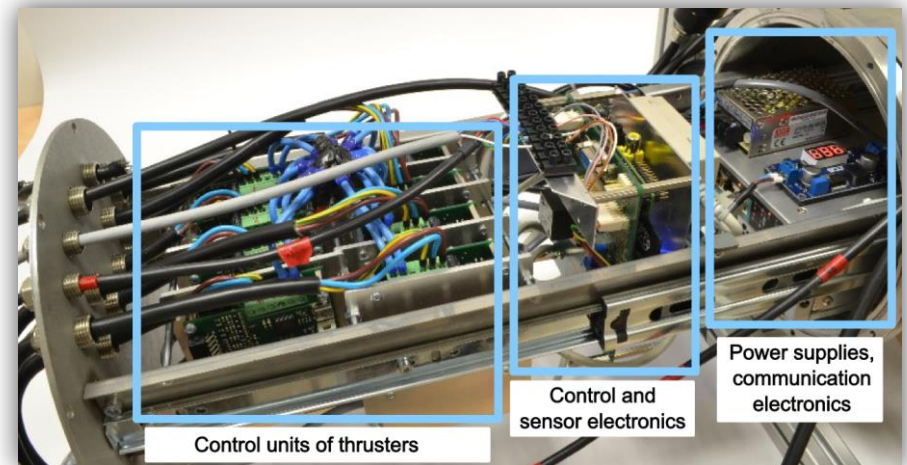
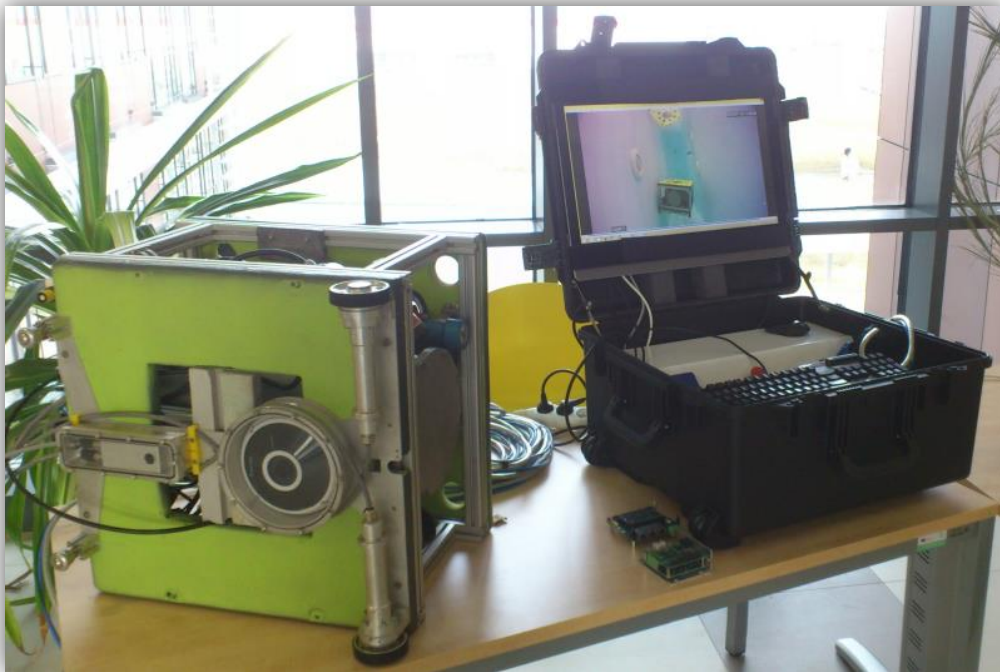
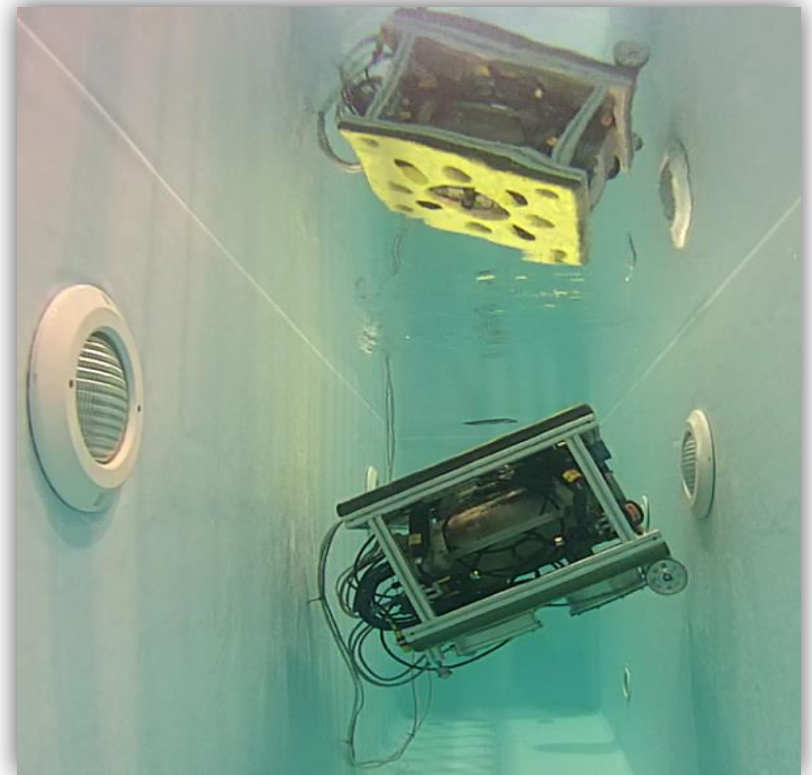


Robot pro jednoduché obv. svary – ukázka z testů



Ponorka pro inspekci zaplavených technologií (ÚJV, a.s.)

- 6 DoF, vzdálené operátorské řízení
- NDT and vizuální inspekce
- Motorizovaný podvozek pro inspekci povrchů (stěny, dna)
- Inerciální navigace, zpracování obrazu pro navigaci (sledování svarů)
- Přenosný design



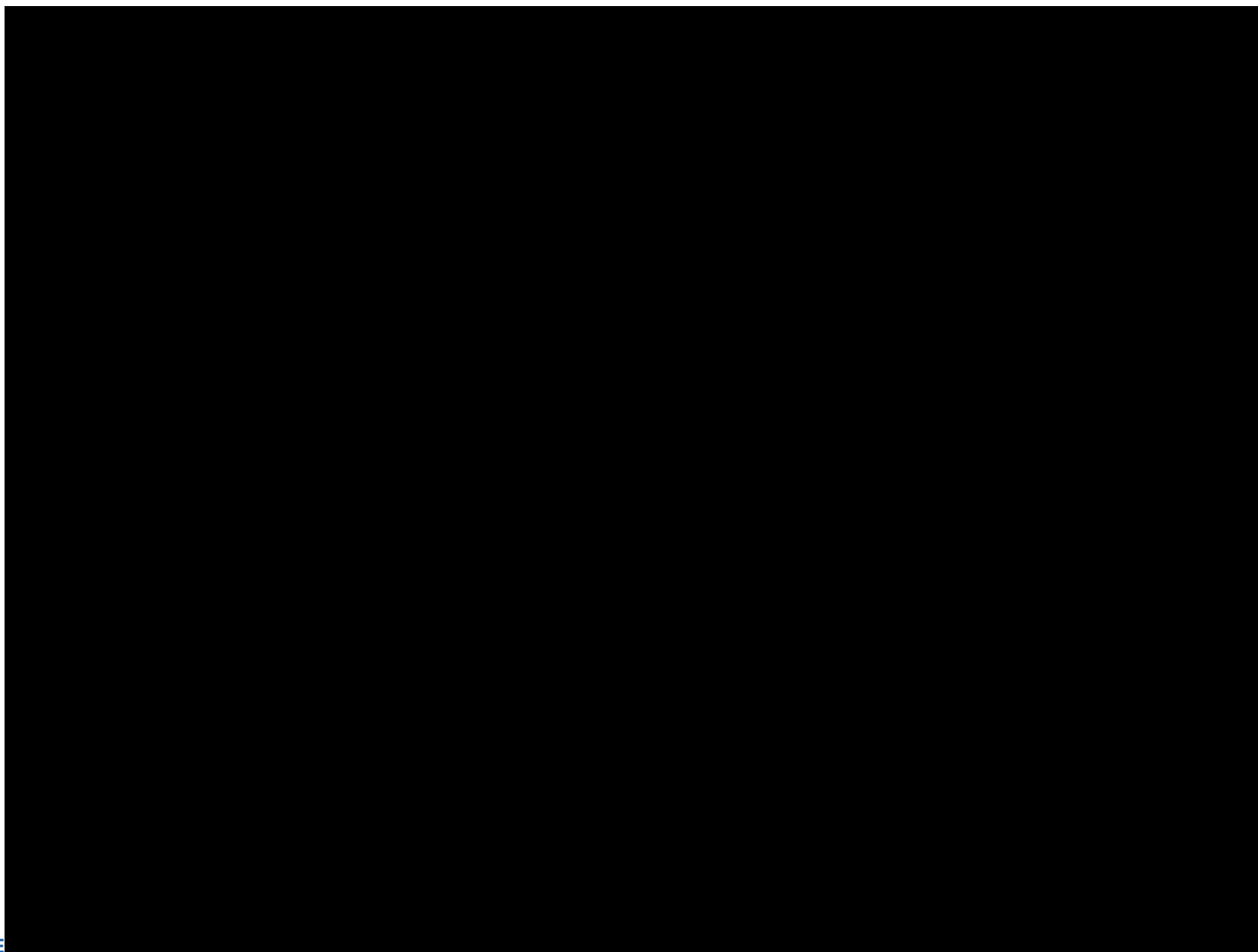
Ponorka – ukázka z testování (exp. bazén)

ROBIN - Manipulátor pro ROBotické INspekce (ÚJV, a.s.)

- Malý a kompaktní design
- 6 řízených os kloubů unikátní konstrukce
- NDT and vizuální inspekce v omezených prostorech
- Určen pro samostatné použití nebo pro montáž na manipulátor
- Integrovaná elektronika (servoměniče Faulhaber, IMU, abs. enkodery)
- R&D v rámci projektu TAČR s ÚJV Řež a.s. jako navazující část 6 DoF robotu standardní architektury
- Opt. řízení pohybu (obcházení singularit, vyhýbání se polohovým limitům kloubů)
- Ve fázi prvotního prototypu



ROBIN– ukázka koordinovaného pohybu



Robot Stäubli – NDT kontrola nátrubků víka reaktorové nádoby (Škoda JS, a.s.)

- Standardní robot Stäubli TX 40 (RX 160L)
- Kontroler robotu v režimu vzd. řízení => povelování jednotlivých kloubů přes EtherCAT
- Vlastní řízení (SW: REXYGEN, HW: AIC)
- Polohování 2DoF pasivního držáku NDT sondy na povrchu návaru nátrubku víka
- Vlastní plánovač trajektorie pohybu
- Virtuální realita (HMI, vizualizace pro testování)
- Reálné testování na maketě víka reaktorové nádoby
- Bezpečnostní subsystém (F/T buňka)



Stäubli TX40 – ukázka z testování (maketa víka reaktorové nádoby)

Testy robotu Staubli TX40

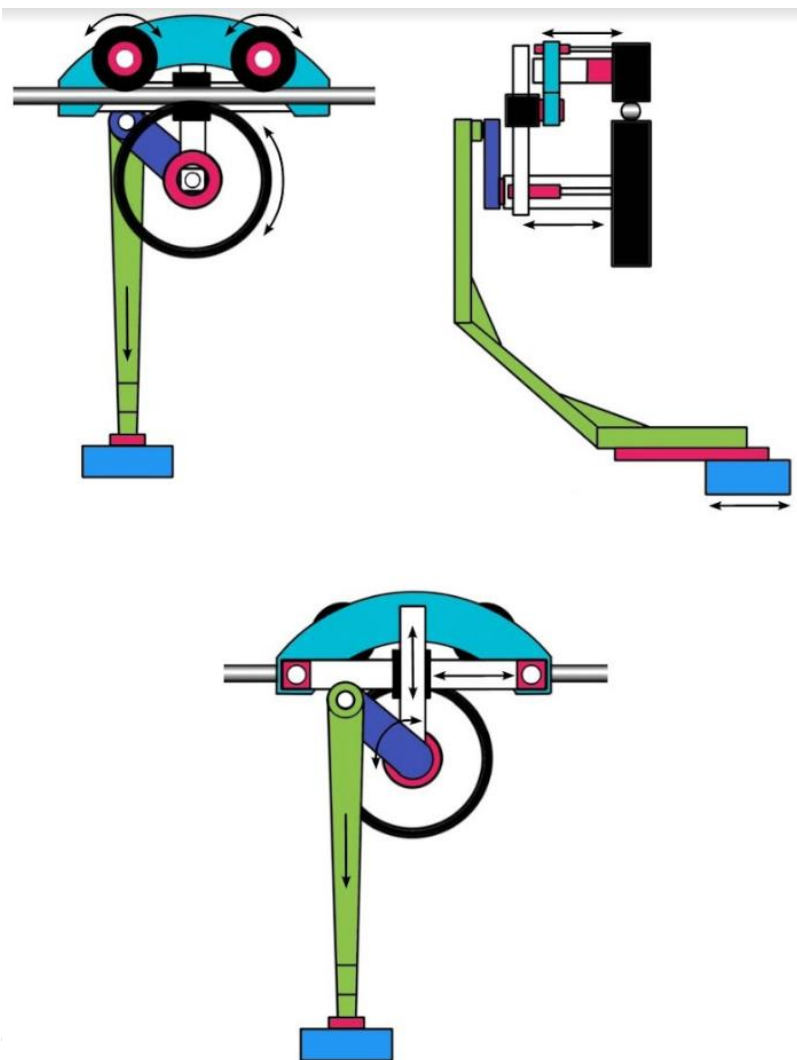
NDT nátrubků víka reaktoru

ZČU, KKY
PB 7

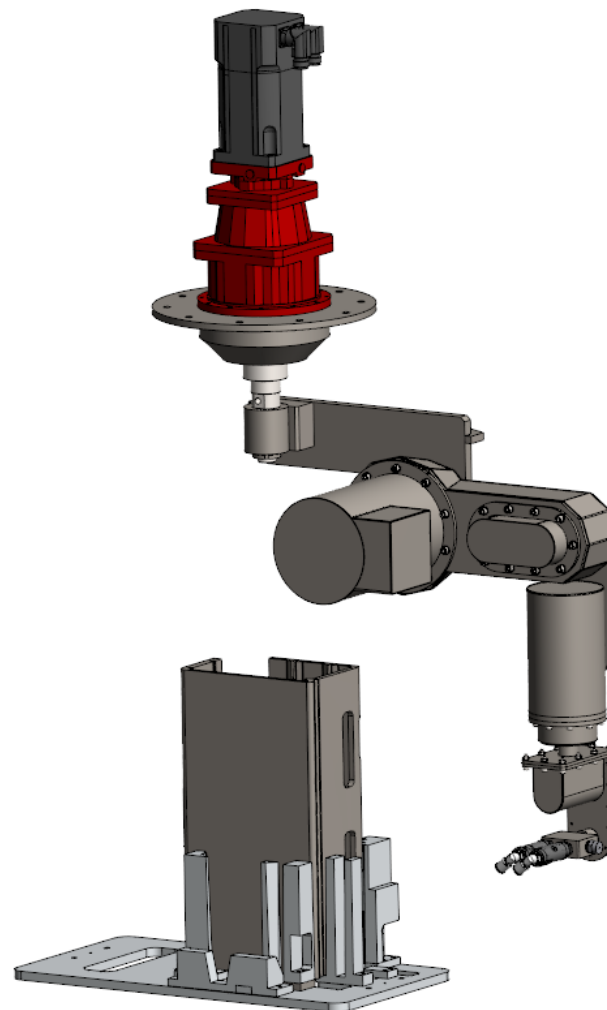


Další roboty pro speciální aplikace

**NETrobot pro vizuální inspekci
linek VN**
(Energon Dobříš, s.r.o.)



**Robot „Vodník“ do vnitřních prostor
průmyslových myček**
(Eurotec JKR, s.r.o.)



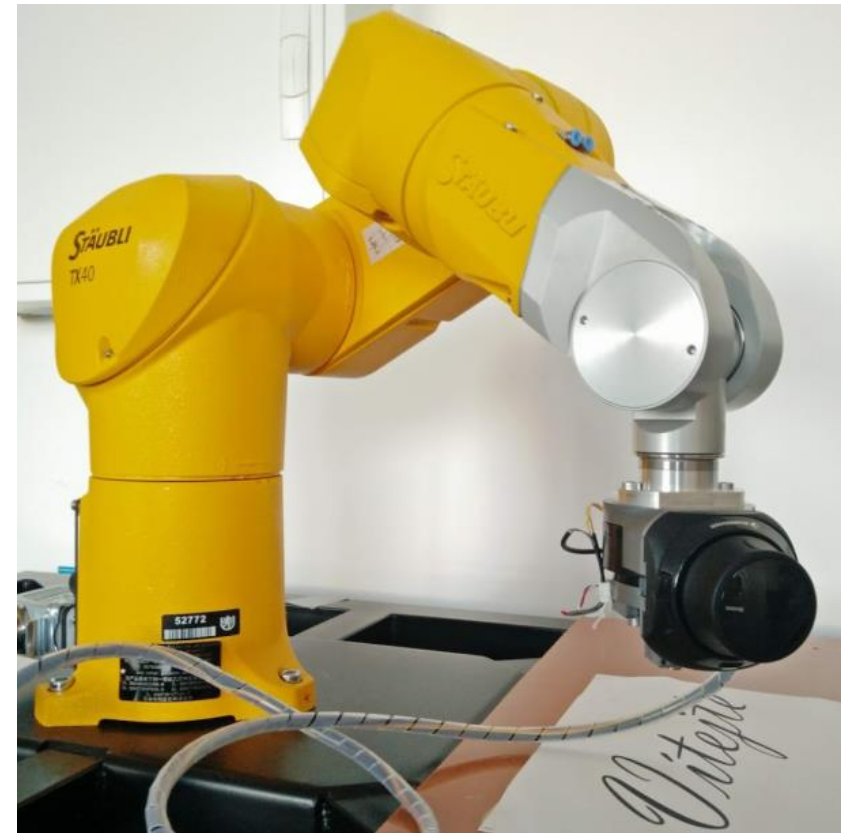
Nadstavby standardních průmyslových robotů

Podpora pro intuitivní programování robotů

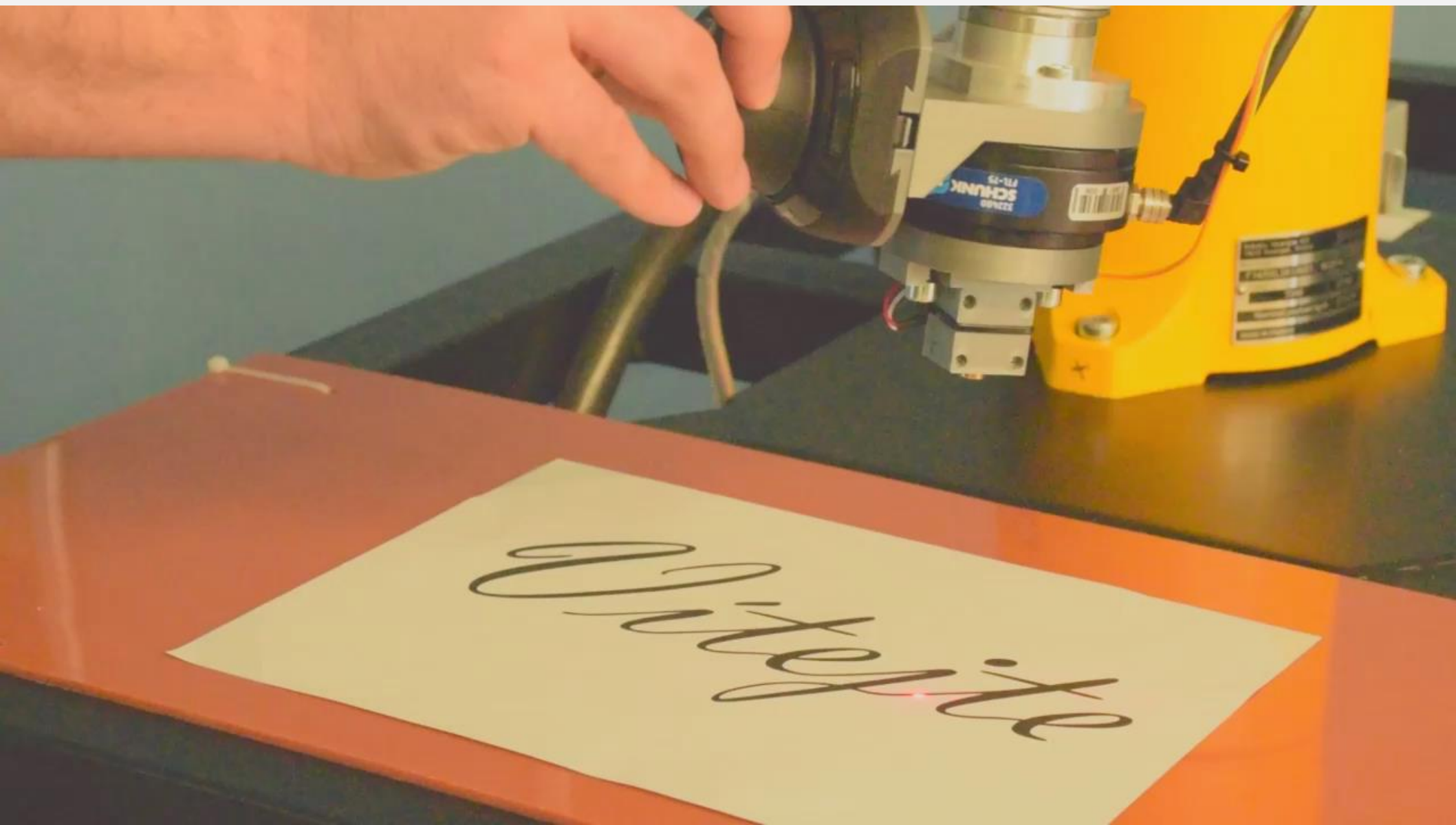
- R&D řešení pro programování robotů běžnými operátory výroby
- Klíčové pro robotizaci malých/středních podniků s malosériovou výrobou
- Prioritně určeno pro průmyslové roboty s částečně otevřenou možností řízení (Stäubli – UniVAL, UR robots, ...)
- Možnost snadno programovat „ukázáním“ komplexní trajektorie pohybu
- Vývoj aplikace **postprocesoru** snímaných dat (interpolace/aproximace, parametrizace pohybu, hlídání limitů robotu, atd.)

Navádění 6DoF myši

(Stäubli TX 40 + 3Dconnexion SpaceMouse)



Programování robotu pomocí 6DoF myši (+ postprocesor)



Děkuji za pozornost

Martin Švejda / msvejda@kky.zcu.cz