

# Sítování průmyslových testbedů Industry 4.0 v česko-rakouské kooperaci

V rámci projektu Testbed Exchange bylo propojeno několik většinou univerzitních pracovišť v České republice a Rakousku, která jsou oborově zaměřena na problematiku průmyslu 4.0. Hlavním cílem projektu je odborné a personální propojení zúčastněných pracovišť, navázání spolupráce, podpora mezinárodní projektové činnosti a výzkumu a rovněž osvěta odborné i laické veřejnosti v tématech oblasti průmyslu 4.0. S těmito cíli již bylo zorganizováno několik aktivit.

Na české straně jsou do projektu zapojeny Laboratoř Průmyslu 4.0 na Vysoké škole polytechnické Jihlava, která je zároveň hlavním řešitelem projektu (obr. 1), společnost Compas automatizace a tři výzkumné ústavy brněnského VUT, konkrétně Ústav automatizace a měřicí techniky z Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a informatiky a Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky z Fakulty strojního inženýrství. Na rakouské straně je koordinátorem projektu platforma Verein Industrie 4.0 Österreich a do projektu jsou zapojena pracoviště Die Pilotenfabrik Industrie 4.0 na Technische Universität Wien, Die Digitale Fabrik na Fachhochschule Technikum Wien, Industrie 4.0 Lab na Fachhochschule St. Pölten, Factory Lab na Fachhochschule Wiener Neustadt, CSM na Fachhochschule OÖ Campus Welst a LIT Factory na Johannes Kepler Universität v Linci.

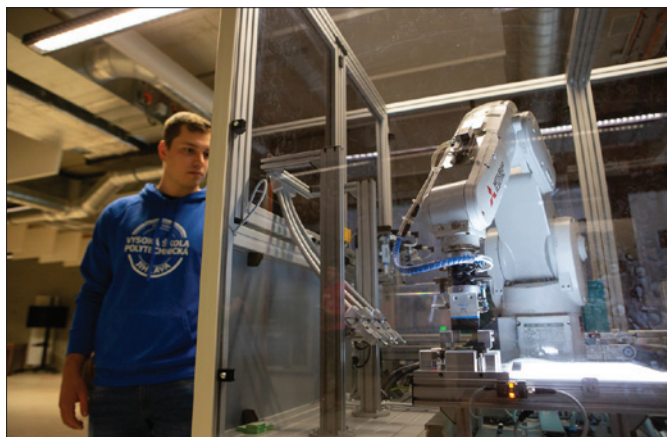
## Zhodnocení digitální připravenosti

V rané fázi projektu bylo úkolem vyhodnotit současný stav infrastruktury, používaných technologií, hardwaru, softwaru a míry standardizace a ocenit celkovou úroveň jednotlivých testbedů v oblasti technologií průmyslu 4.0. Pod tímto pojmem je ukryta skutečně široká paleta nejen konkrétních technologií, ale také obecných principů a způsobů řešení v oblasti plánování a řízení výroby, distribuce zdrojů či vyhodnocování kvality produkce. Pro zhodnocení výchozího stavu v jednotlivých testbedech byl sestaven dotazník, který je zacílen zejména na použité technologie, způsoby výuky a možnosti spolupráce univerzitních pracovišť s průmyslem. Tyto oblasti jsou z pohledu technicky orientované vysoké školy považovány za klíčové a právě zde chce Vysoká škola polytechnická v Jihlavě rozvíjet svou další činnost.

## Aktivita cílené na veřejnost

V období od srpna do října tohoto roku byly uspořádány vzdělávací semináře určené jak posluchačům z řad odborníků (např. vývojářům či manažerům technických podniků),

tak studentům zúčastněných univerzit. Záznamy těchto seminářů jsou dostupné na webu projektu a budou i nadále k dispozici široké veřejnosti. Jednotlivými tématy byly např. ko-



Obr. 1. Testbed na Vysoké škole polytechnické v Jihlavě je určen k výzkumu, výuce studentů i k ověřování projektů z průmyslové praxe (foto: VŠPJ)

laborativní robotika, digitální dvojče či tvorba a zprovoznění virtuálního modelu výrobního procesu. Lektory jednotlivých přednášek byli odborníci ze zapojených testbedů, a semináře jsou proto v anglickém jazyce.

## Aktivita cílené na spolupráci testbedů

Nejdůležitější část projektu je zaměřena na spolupráci zapojených testbedů. Cílem projektu je vytvoření sítě pracovišť, která bude podhoubit pro budoucí výzkumnou a projektovou činnost. S tímto cílem byla zorganizována dvě setkání, na kterých byly probírány hlavní oblasti, a to konkrétně:

- výuka tématu průmyslu 4.0,
- možnosti vzájemné spolupráce při projektové a výzkumné činnosti,
- spolupráce s průmyslem a podpora malých a středních podniků.

## Výuka tématu průmyslu 4.0 – výstup z prvního setkání testbedů

Výuka na českých a rakouských vysokých školách technického typu je do značné míry podobná a podobná jsou i témata a problémy,

s nimiž se profesori i studenti těchto univerzit setkávají.

Základním aspektem tématu průmyslu 4.0 je to, že nejde o nové samostatné odvětví technického směru, ale jde především o propojování a kombinaci současných již existujících technologií. Právě díky provázání oblastí, jako jsou sensorika, robotika, průmyslové řízení, programování či virtuální realita, vzniká nová přidaná hodnota. Z toho plyne, že pro správné pochopení smyslu průmyslu 4.0 je nutná znalost těchto dílčích technologií v alespoň rámci rozsahu.

Při výuce na českých i rakouských vysokých školách dnes ale stále častěji vyvstává skutečnost, že studentům chybějí právě ony základní znalosti jednotlivých oborů, bez kterých nejsou schopni celý systém správně chápat a používat. Často se tudíž lze setkat s tím, že i elementární problémy řeší

příliš robustními nástroji prostě proto, že si nedovedou představit, jak jednoduché může být jejich řešení na adekvátní úrovni.

Zde však vyučující narážejí na to, že získání potřebných znalostí, a především rozhledu v široké oblasti technologií spojených s tématem průmyslu 4.0 je často nad rámec možností běžného studenta a nezřídka i studijního programu. Při diskusi o řešení tohoto problému se jako velmi zajímavá myšlenka jeví názor Dr. Selima Erola z Fachhochschule Wiener Neustadt, že je třeba přestat lpět na klasickém výukovém modelu přednášek a cvičení. V mnoha (nejen) technických předmětech, např. v programování, se přednášky ukazují jako výrazně neefektivní způsob výuky ve srovnání s cvičeními orientovanými na praxi. Opuštění zažitého modelu přednášek a jejich nahrazení praktickými semináři by u některých předmětů vedlo k zefektivnění výuky a úspoře času nejen studentů, ale i profesorů a dalších akademiků.

## Výuka a covid

Diskuse nemohla minout ani téma covidu a jeho dopadu na výuku. Ty byly velmi silně

a následky bude nutné řešit ještě mnoho let. Za hlavní projev lockdownů spojených s pandemií byla označena ztráta motivace a zájmu studentů o výuku a o svůj osobní a profesní růst. Snížení úrovně znalostí i schopností orientace v problému je pouhým důsledkem této primární příčiny. Akademičtí pracovníci by se tedy měli především zaměřit právě na zvyšování motivace studentů, zatraktivnění studia a vzbuzení jejich zájmu o problematiku.

V prostředí technických vysokých škol může být touto cestou např. vytváření otevřených laboratoří či studentských hubů jakožto prostorů pro samostatnou vývojovou práci studentů. Tento přístup nemusí být příliš finančně náročný, vybavení takovýchto laboratoří nemusí dosahovat špičkové kvality nutné pro výzkum, a přitom lze dosáhnout přínosu v podobě zvýšení zájmu studentů o danou problematiku.

Ani v případě následků lockdownů však není možné mluvit pouze o negativních dopadech.

Zautomatizování používání virtuálních schůzek, internetové online formy výuky či zkvalitnění studijních materiálů jsou jistě výhody, které tato doba přinesla. Další citelnou změnou, která se během pandemie projevila, byla zvýšená kolektivní spolupráce studentů při řešení zadaných úloh. Běžnou praxí se stalo to, že kromě standardního živého přenosu s vyučujícím měli studenti ještě svůj vlastní stream, ve kterém komunikovali již bez účasti učitele. Odpověď na otázku pak často byla odpovědí kolektivu, a nikoliv odpovědí jednotlivce.

Internetové nástroje, které se během pandemie prosadily do výuky, v ní jistě v určité podobě již zůstanou.

Tlak na online streamy či off-line záznamy přednášek bude sílit, stejně jako tlak na používání elektronických forem zkoušení. Je evidentní, že využívání těchto metod šetří čas jak studentů, tak i akademiků. Často je to ale právě ona fyzická přítomnost, jež je motorem motivace studentů, a proto by bylo velmi neuvážené přistupovat k internetové výuce jako k nástroji, který pod heslem moderního přístupu bez rozmyslu masově nahradí dosavadní formy výuky. Významným, i když ne jediným motivačním faktorem je také unikátnost specializovaného vybavení, které je k dispozici právě jen v laboratoři univerzity.

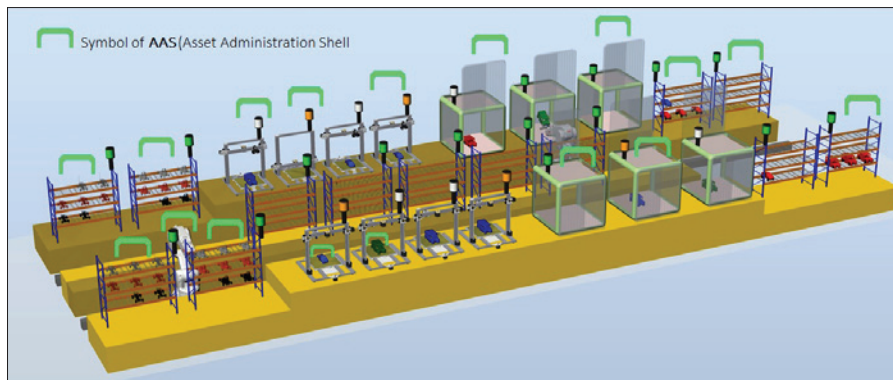
## Možnosti vzájemné spolupráce na projektové a výzkumné činnosti

Při diskusí o aktuálním výzkumu a zaměření testbedů se ukázalo, že přestože každá univerzita jde svou vlastní cestou, mnohá témata jsou si velmi blízká. Jedním z největších společných témat se ukázalo digitální dvojče, a to i přesto, že jeho pojetí je na různých pracovištích odlišné.

Testbedy z brněnské Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT či z VŠPJ z Jihlavy stejně jako společnost Com-

pas automatizace chápou dvojče jako nástroj pro řízení a optimalizaci kompletního procesu výroby a chtějí v tomto směru rozvíjet standardizovanou podobu dvojčete pomocí AAS. Ústav automatizace a měřicí techniky a společnost Compas automatizace v tomto

čte jako virtuální reprezentaci daného objektu určenou k simulaci jeho chování a stavů během výrobního procesu. Takovéto dvojče je použitelné např. při sledování a predikci změn fyzických parametrů materiálů či při řízení a zpřesňování obrábění v obráběcím centru.



Obr. 2. Chytrá výroba (průmysl 4.0) s využitím digitálních obálek zařízení AAS (Asset Administration Shell) v rámci testbedu Combed (grafika: Compas automatizace)

směru již v minulosti řešily společný projekt zaměřený na vývoj frameworku pro automatickou tvorbu digitálních dvojčat prostřednictvím AAS. Konkrétní výsledky projektu jsou využity v návrhu virtuální výrobní linky a jejího decentralizovaného řízení systémem COMES (<https://www.compas.cz/industry-4-0/intelligentni-vyrobni-management-s-vyuzitim-aas/>; obr. 2).

Tato myšlenka koresponduje také s představou zakázkové výroby jako kustomizace základního produktu, prezentovanou kolegy z FH Wiener Neustadt. Při variabilitě de-

Základními technologiemi takového dvojčete jsou virtuální či rozšířená realita. Velmi zdařilým řešením zmíněného typu je virtuální dvojče robotizované obráběcí buňky v Ústavu výrobních strojů, systému a robotiky FSI VUT v Brně (obr. 3).

I přesto, že se oba přístupy nacházejí na jiné úrovni řízení výrobního procesu, společná je pro ně potřeba sběru a zpracování velkého množství dat, využívání rychlých a standardizovaných komunikačních rozhraní a velké požadavky na výpočetní výkon. Hardwareovou platformou pro obě varianty uvedených

dvojčat musí být samostatné, dostatečně výkonné PC, oddělené od řídicího (často *real-time*) systému, které však bude schopné s tímto systémem dostatečně pružně komunikovat. Pro tuto komunikaci je ideálním prostředkem některý ze standardizovaných protokolů, jako jsou MQTT či OPC UA.

## Spolupráce s průmyslovými podniky

Velmi důležité je téma spolupráce testbedů s průmyslovými podniky, s dodavateli automatizační techniky a softwaru, integrátory i koncovými uživateli. Testbedy by neměly být určeny jen pro univerzitní výzkum a výuku, ale měly by též pomoci řešit problémy průmyslové praxe. Téma bylo podrobně řešeno na setkání testbedů ve Vídni 24. až 25. listopadu 2022.

Ing. Jan Jirsa,  
Vysoká škola polytechnická, Jihlava



Obr. 3. Virtuální dvojče robotizované obráběcí buňky v Ústavu výrobních strojů, systémů a robotiky FSI VUT v Brně

sítek, či dokonce stovek parametrů základní řady produktu vznikají tisíce variant výsledného zákaznického řešení. Pro efektivní výrobu taktó kustomizovaných kusů, která bude schopná svými náklady a dodacími lhůtami konkurovat sériové výrobě, je plná automatizace na úrovni řízení sledu jednotlivých výrobních operací nutným předpokladem.

Naproti tomu testbedy z Fakulty strojního inženýrství či kolegové z Univerzity Johanne Keplera v Linci chápou digitální dvoj-