

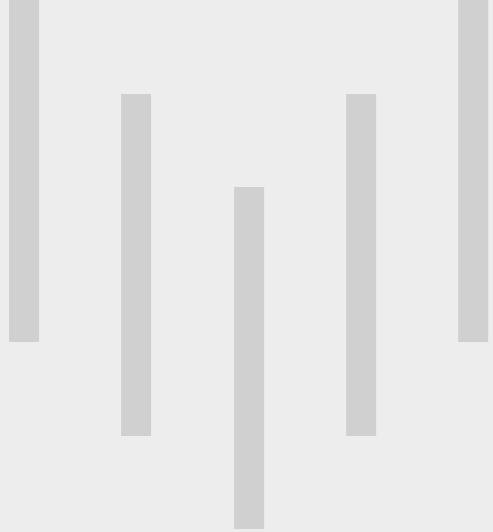
22
30

**STRATEGIE DLOUHODOBÉ MEZISEKTOROVÉ
SPOLUPRÁCE PRO INOVATIVNÍ A ADITIVNÍ
TECHNOLOGIE VÝROBY 2022-2030**



22

30



**STRATEGIE DLOUHODOBÉ MEZISEKTOROVÉ
SPOLUPRÁCE PRO INOVATIVNÍ A ADITIVNÍ
TECHNOLOGIE VÝROBY 2022-2030**

Editor:
doc. Ing. Marek PAGÁČ, Ph.D.

Fakulta strojní VŠB-TUO
Ostrava 2022

OBSAH

PREAMBULE	6	STRATEGICKÝ CÍL 04 INTERNACIONALIZACE	28
ANOTACE	8	STRATEGICKÝ CÍL 05 VYTVÁŘET MOTIVAČNÍ PROSTŘEDÍ PRO ROZVOJ OSOBNOSTÍ A TÝMŮ	29
STRATEGIE DLOUHODOBÉ MEZISEKTOROVÉ SPOLUPRÁCE	10	STRATEGICKÝ CÍL 06 SYNERGIE PROJEKTŮ A NOVÉ PROJEKTOVÉ ZÁMĚRY	30
ANALYTICKÁ ČÁST VÝSLEDKY DOSAVADNÍ SPOLUPRÁCE	12	STRATEGICKÝ CÍL 07 SMART MATERIALS AND SUSTAINABILITY ADDITIVE MANUFACTURING: 3D PRINTING AND 4D PRINTING	32
NÁVRHOVÁ ČÁST STRATEGICKÉ CÍLE A PRIORITY	22	STRATEGICKÝ CÍL 08 UDRŽITELNOST A MODERNIZACE INFRASTRUKTURY	33
STRATEGICKÝ CÍL 01 BÝT CENTREM S VYSOKOU UPLATNITELNOSTÍ VAV VÝSLEDKŮ	24	STRATEGICKÝ CÍL 09 BÝT INKUBÁTOREM PRO NADĚJNÉ STUDENTY A VÝZKUMNÍKY	34
STRATEGICKÝ CÍL 02 BÝT UZNÁVANÝM CENTREM ORIENTO VANÉHO VÝZKUMU	26		
STRATEGICKÝ CÍL 03 BÝT UZNÁVANÝM CENTREM ORIENTO VANÉHO VÝZKUMU	27		

PREAMBULE

VŠB – Technická univerzita Ostrava dlouhodobě intenzivně spolupracuje s aplikační sférou, a to s využitím různých forem spolupráce v řadě oblastí napříč všemi odvětvími. S ohledem na potřeby trhu a potřebnost unikátního vybavení a s ním i související technologické know-how v aditivních technologiích, pro které je charakteristická multioborová problematika, začala Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie (dále „katedra“) pod Fakultou strojní (dále „FS“) budovat v roce 2016 platformu s unikátním HW a SW vybavením ve spolupráci s aplikačními partnery.

V roce 2017 bylo naše pracoviště úspěšné s podáním projektového záměru do výzvy č. 02_17_049 Dlouhodobá mezisektorová spolupráce pro ITI vyhlášené v rámci Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. V rámci této výzvy byl k realizaci doporučen projekt s názvem Inovativní a aditivní technologie výroby — Nová technologická řešení 3D tisku kovů a kompozitních materiálů, reg. č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008407 (dále jen „projekt“). Realizace projektu a poskytnutá dotace podporuje obousměrný přenos znalostí z vědecko-výzkumné činnosti, přenos poptávky a požadavků z aplikační sféry směrem k výzkumným organizacím, rozvoj specifických odborných znalostí a dovedností výzkumných pracovníků v oblastech 3D tisku řešených v univerzitním prostředí ve spolupráci s odborníky ze zahraničních univerzit, podniků a dalších subjektů z ostravské aglomerace.

Projekt zaštiťuje unikátní mezioborovou platformu napříč výzkumnými pracovišti univerzit ve spolupráci s firmami. Inovativní a aditivní výroba zastoupená zejména technologiemi 3D tisku je multioborovou problematikou vyžadující společná řešení konstruktérů, výpočtářů, technologů, metrologů, metalografů, povrchových inženýrů a dalších specialistů s vysokým technickým vzděláním. S 3D tiskem souvisí i nezbytné procesy reprezentované zejména novým kreativním přístupem v konstrukčním navrhování (využití topologické optimalizace a navrhování bionických konstrukcí,

navrhování mikroprutových konstrukcí, návrh moderního designu atd.), přípravě výroby a výrobního procesu a postprocesních úpravách (tepelné zpracování, třískové obrábění na CNC obráběcích strojích, povrchové úpravy, 3D měření a 3D skenování).

Jedním z hlavních výstupů projektu je tento strategický dokument, jehož cílem je konkretizovat priority, nástroje a postupy pro rozvoj dlouhodobé spolupráce zapojených vědecko-výzkumných institucí s aplikační sférou, a to i po skončení realizace projektu.

Marek Pagáč
výkonný ředitel projektu

Jana Petřů
ředitel projektu

ANOTACE

Název projektu:	Inovativní a aditivní technologie výroby – nová technologická řešení 3D tisku kovů a kompozitních materiálů
Registrační číslo:	CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008407
Doba realizace:	1. listopadu 2018 – 31. prosince 2022
Partneři projektu:	Polytechnika Śląska Gliwice Žilinská univerzita v Žilině, Fraunhofer, Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU V-NASS, a.s. BREBECK Composite s.r.o. Dk metal prominent s.r.o. Advanced Metal Powders, s. r. o. Klastr aditivní výroby, z.s.
Ředitel projektu:	prof. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
Výkonný ředitel:	doc. Ing. Marek Pagáč, Ph.D.
Web:	3dprint-research.com
Zdroje financování:	Evropský fond pro regionální rozvoj (EFRR) a státní rozpočet České republiky (MŠMT) prostřednictvím Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání a VŠB-TUO

Cílem projektu je vytvořit unikátní platformu „Inovativní a aditivní technologie výroby“ řešící multioborovou problematiku, která podpoří a prohloubí intenzitu dlouhodobé mezisektorové spolupráce. Hlavní myšlenkou projektu je rozvoj a vznik nového partnerství a spolupráce výzkumných organizací s aplikační sférou v rámci společně realizovaného výzkumu. Projekt řeší výzkumné aktivity v oblastech 3D tisku z kovových a polymerních prášků technologií Laser Powder Bed Fusion a kompozitních materiálů technologií Fused Deposition Modeling a Continuous Fused Fabrication prostřednictvím nově vybudované laboratoře s dostupnou infrastrukturou umístěnou v laboratořích žadatele projektu.

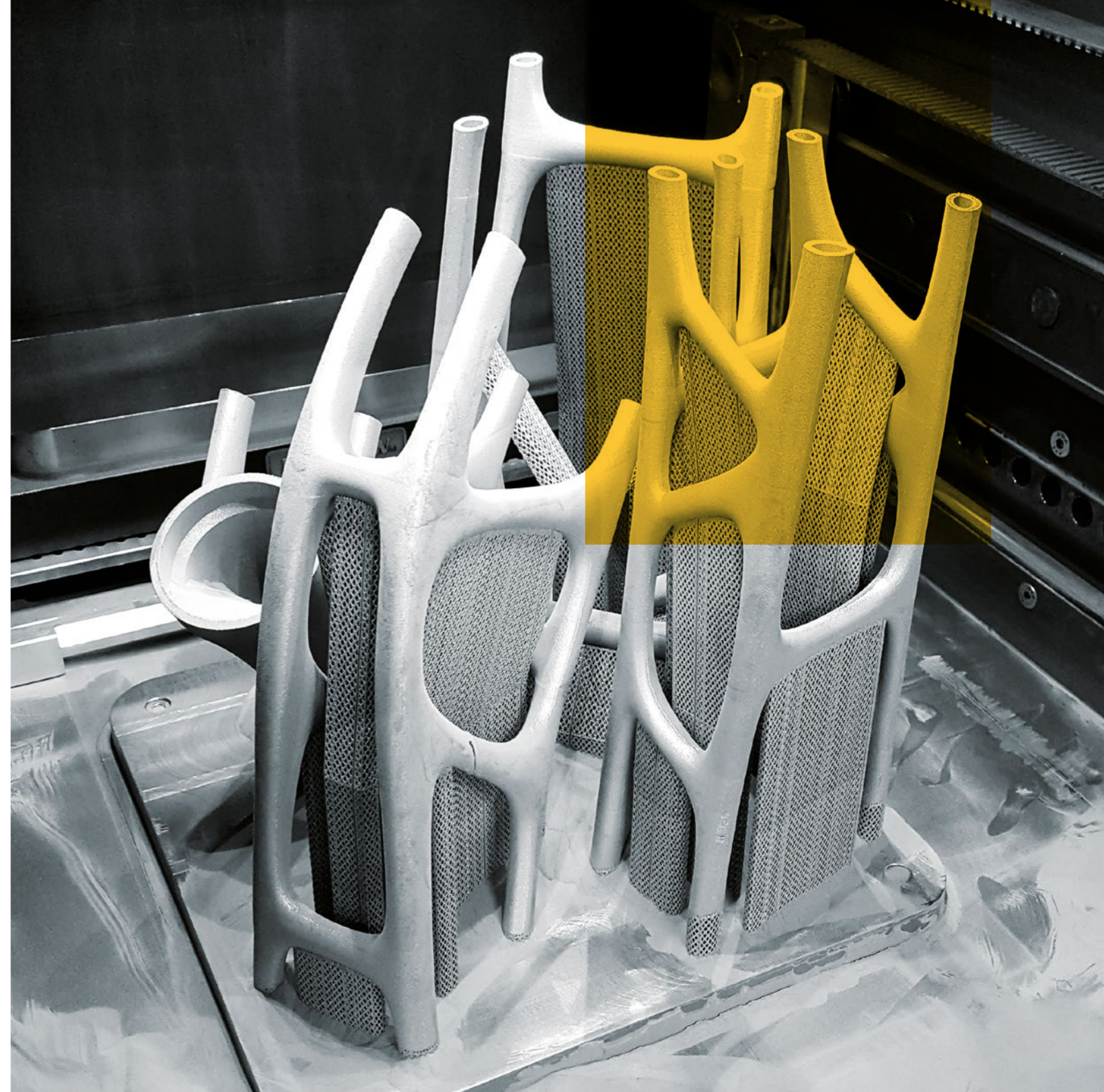
Klíčovými aktivitami projektu jsou obousměrný přenos jedinečných znalostí, vznik a rozvoj společného výzkumného pracoviště, rozvoj zkušeností a know-how zapojených subjektů, šíření strategie dlouhodobé spolupráce výzkumných organizací se subjekty z aplikační sféry, realizace společně výzkumných aktivit a záměrů, prohloubení dosavadní spolupráce a rozvoj nové spolupráce s aplikační sférou – se subjekty, které mají sídlo na území ostravské aglomerace ITI i mimo něj.

STRATEGIE DLOUHODOBÉ MEZISEKTOROVÉ SPOLUPRÁCE

Inovativní a aditivní technologie jsou dynamicky se rozvíjející oblastí. Důvodem ke vzniku této strategie dlouhodobé mezisektorové spolupráce jsou pak konkrétní požadavky z praxe. VŠB-TUO jako výzkumné pracoviště si je vědomo zásadního významu národní a mezinárodní spolupráce pro rozvoj vědy a techniky a potřeby jejího institucionálního ukotvení s ohledem na udržitelnost a financování. Z tohoto důvodu je vypracován tento strategický dokument, který vznikl v rámci realizace projektu *Inovativní a aditivní technologie – nová technologická řešení 3D tisku kovů a kompozitních materiálů*. Smyslem strategického dokumentu je nastavit podstatné projevy internacionalizace univerzity v oblasti vědy a vývoje v aditivních technologiích a v dalších souvisejících procesech, jako jsou obrábění, svařování, metrologie, povrchové úpravy, kontrola a měření atd. Dále je nutné stanovit základní směry jejího dalšího rozvoje a navrhnout konkrétní opatření. Mimo uvedený rámec jsou důležité aspekty v oblastech bakalářského, magisterského a doktorského studia, jelikož je této části věnována srovnatelná pozornost a na VaV aktivitách se podílejí studenti. Na základě uvedených informací a dle projektového záměru je strategický dokument rozdělený na analytickou část a návrhovou část.

Analytická část strategie mapuje situaci v obecném měřítku dosavadní spolupráce partnerských subjektů. Jedná se o spolupráci v oblastech výzkumu práškových kovů, konstruování, 3D tisku kovů a kompozitních materiálů, toků energie a hmoty, kontroly a 3D měření, integrity povrchu, tepelného zpracování, dokončovacích a povrchových úprav. Studie poukazuje na využití společného potenciálu a polohy, včetně SWOT analýzy v rámci partnerské spolupráce. Výstupem je mapovací studie zaměřená na všechny aspekty partnerské spolupráce s důrazem na hlavní oblasti, které byly schváleny v rámci Dlouhodobé záměru VŠB-TUO.

Návrhová část strategie je koncipována jako komplexní plán rozvoje dlouhodobé partnerské spolupráce zahrnující globální cíl, strategické cíle a priority partnerských subjektů (zejména univerzit). Hlavním výstupem je strategický plán s identifikací opatření jakožto konkrétních aktivit/projektů vedoucích k naplnění strategie.



ANALYTICKÁ ČÁST

VÝSLEDKY DOSAVADNÍ SPOLUPRÁCE

V rámci dosavadní intenzivní spolupráce subjektů zapojených do nové platformy *Inovativní a aditivní technologie výroby* vytvořené v projektu bylo v oblasti zaměření strategie dosaženo následujících výsledků:

Technické vybavení VŠB-TUO

Analýza technického vybavení se soustředí jen na výběr zásadních technologií inovativní a aditivních výroby dostupných na pracovištích Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie Fakulty strojní, VŠB-Technické univerzity Ostrava.

V oblasti **aditivních technologií výroby** se jedná zejména o 3D tiskárny:

- » Renishaw AM400 - SLM - kovové slitiny (materiál 316L).
- » Renishaw AM500 E - SLM - kovové slitiny (materiál Maraging steel).
- » Trumpf TruPrint 1000 - SLM - kovové slitiny (materiály AISi10Mg, Ti6Al4V).
- » EOS P396 - SLS - polymery (materiál PA2200).
- » EOS P396 - SLS - polymery (materiál PA-640GSL).
- » EOS P110 Velocis - SLS - polymery (materiály PA2200, Alumide).
- » Markforged X7 - FFF - kompozity (materiály Onyx, Onyx + vlákno).

V oblasti **inovativních technologií výroby** se jedná o zařízení pro finální dokončování a tepelnou úpravu po 3D tisku, tzv. postprocessing:

- » WJ4025-1Z-Cobra-PJ5AX-60° - vysokotlaký abrazivní vodní paprsek - 5osé CNC řezání.
- » Kovosvit MCV1270 POWER - 3osé CNC frézovací centrum.

- » DMG Mori DMU 50 - 5osé CNC frézovací centrum.
- » Rexim RMX 3500 - 3osá CNC frézka.
- » DMG Mori NLX2500MC/700 M730BM - víceosé CNC soustružnické centrum.
- » Tajmac KMX432 s podavačem tyčí - víceosý CNC soustružnický automat.
- » Rexim Protturn RLX1630 - 2osý CNC soustruh.
- » Omílací zařízení OTEC CF1 x 32EL - dokončování a vyhlazování povrchů u kovových dílů.
- » Laser E4060 - gravírovací a řezací CO2 laser s Cosou.
- » PEGAS 360x500 SHI-LR - poloautomatická pásová pila s hydraulickým ovládáním.
- » NABERTHERM NW 200 S REG. P470 - komorová pec pro tepelné zpracování materiálů.
- » NABERTHERM NA120/64 S REG. B400 - oběhová komorová pec pro tepelné zpracování materiálů.

V oblasti **metrologie, skenování, analýz a diagnostik** se jedná o následující zařízení:

- » Alicona Infinite Focus G5 - CNC opticko-skenovací zařízení s rotační jednotkou (5osé zařízení).
- » Wenzel LH 65 - X3Premium + Shapetracker II - CNC souřadnicové měření s možností scanovací hlavy.
- » HandySCAN 3D Black - laserové skenování.
- » HandySCAN 700 - laserové skenování.
- » BALLBAR RENISHAW QC-20-W - Diagnostický systém pro kontrolu přesnosti CNC obráběcích strojů.
- » Dynamometry KISTLER (typ 9129AA, typ 9255C, typ 9272) - piezo-multicomponentní dynamometry pro měření a vyhodnocování silových poměrů v průběhu obrábění.

V oblasti využívané **softwarové podpory ve fázi výpočtové, konstrukční a výrobní** se jedná o softwary:

- » Výpočetní software: Matlab, Statgraphics, ThermoCalc, Ansys Workbench, DS 3D Experience Platform, MSC Software Simufact Additive, MSC software Digimat, Altair Inspire, Materialise Magics, Autodesk Netfabb, Geomagic Control X/Design X, nTopology a další.

- » Nástroj pro návrh mikroprutových struktur s ohledem na topologické omlazení 3D tisku kovů – v rámci projektu vytvořený software pro definování lattice struktur pro jejich následný tisk bez nutnosti využití CAD nástrojů.
- » CAD/CAM systémy: WorkNC, Mastercam, SolidCAM, Autodesk Inventor, SolidWorks, Creo, a další software pro CNC programování: Mikronex – Mikroprog S, dialogové programování MAPPS, řídicí systémy strojů: Mistubishi M730BM, Heidenhain iTNC 530 HSCI, Heidenhain iTNC 640.

Výsledky vědy a výzkumu

V období do února 2022 bylo v rámci projektu v rámci **publikační a tvůrčí činnosti** zapojených expertů uveřejněno v impaktovaných časopisech Q1 a Q2 celkem **63 vědeckých publikací** vytvořených v úzké spolupráci zapojených subjektů a jejich expertů se zaměřením na vysoce odborná témata z oblasti inovativních a aditivních technologií výroby:

Tabulka 1: Výsledky vědy a výzkumu v impaktovaných časopisech Q1 a Q2 (k 2/2022)

Rok uveřejnění	Počet publikací celkem	Z toho	
		se zahraničním spoluautorstvím	ve spoluautorstvím s aplikační sférou
2019	3	1	1
2020	24	7	3
2021	27	15	4
01-02/2022	9	6	6

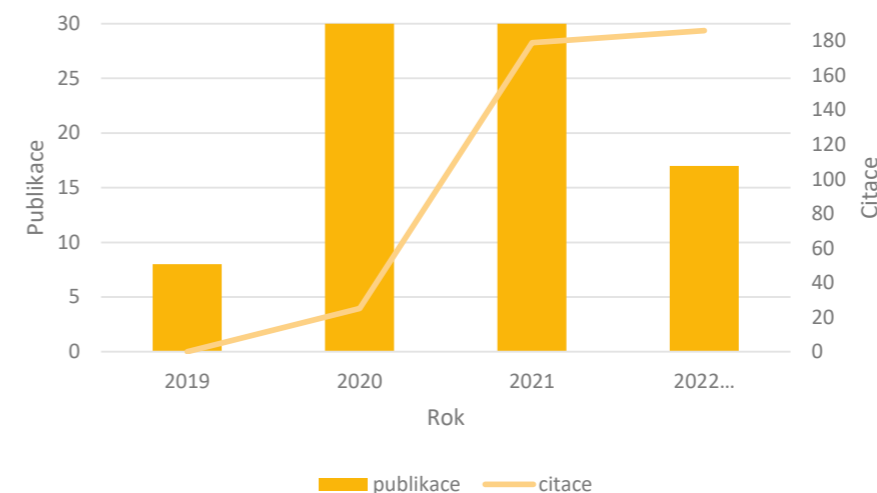
Analýza publikovaných výsledků (zahrnuje sborníky) s afilací na projekt¹:

Počet publikací/citací:

- » 2019 8/0
- » 2020 30/25
- » 2021 30/179
- » Do 9/2022 17/186
- » Počet publikací/citací celkem: 85/391
- » Počet citací bez autocitací: 327
- » Průměrný počet citací na výsledek: 4,6
- » H-index: 10
- » Highly Cited Paper: 1
- » Review: 2
- » Open Access: 68
- » Enriched Cited References: 40

Graf 1:

Vývoj publikovaných příspěvků a citací od 1/2019 do 8/2022



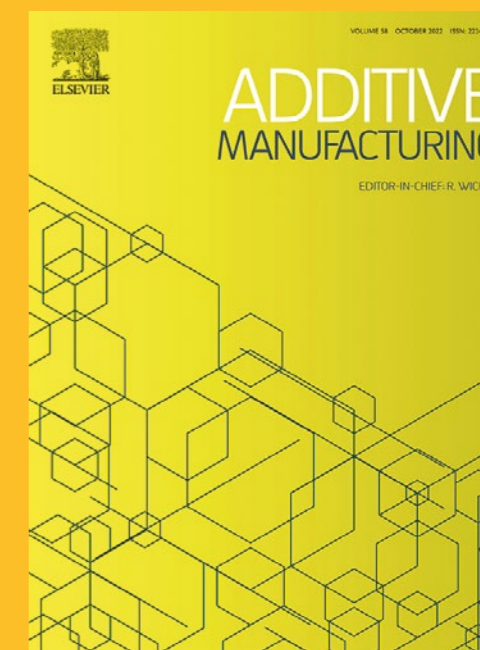
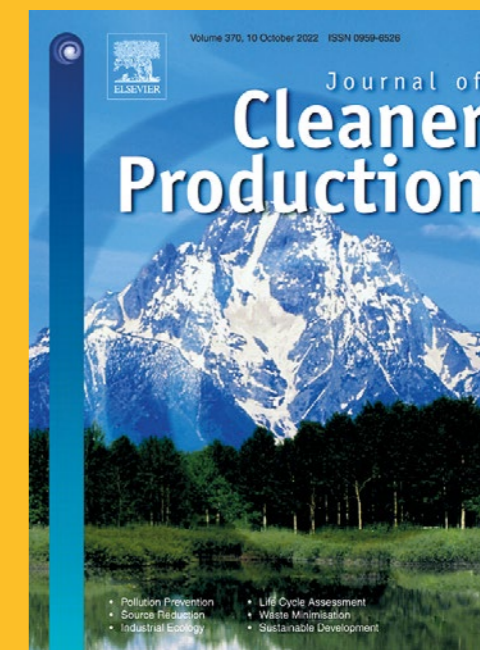
¹Zdroj: webofscience.com; 9/2022

Výzkumné kategorie



Publikace v prestižních vědeckých časopisech:

- » Additive Manufacturing (IF 11.632)
- » Composites Science and Technology (IF 9.879)
- » Sustainable Materials and Technologies (IF 10.681)
- » Journal of Cleaner Production (IF 11.072)
- » Alexandria Engineering Journal (IF 6.626)
- » Nanomaterials (IF 5.719)
- » Polymers (IF 4.967)
- » Scientific Reports (IF 4.996)
- » Materials Characterization (IF 4.537)
- » Archives of Civil and Mechanical Engineering (IF 4.042)
- » Sustainability (IF 3.889)



Vysoce citovaný výsledek (Highly Cited Paper) – 60 citací

Pagac, M.; Hajnys, J.; Quoc-Phu, M.; Jancar, L.; Jansa, J.; Stefek, P.; Měsíček, J. A Review of Vat Photopolymerization Technology: Materials, Applications, Challenges and Future Trends of 3D Printing. *Polymers*. 2021, 13, 598. <https://doi.org/10.3390/polym13040598>; 60 citací¹

Kapitola v knize

Radim Halama, Kyriakos Kourousis, Marek Pagáč, and Zbyněk Paška, Cyclic Plasticity of Metals Modeling Fundamentals and Applications. Elsevier Series on Plasticity of Materials. 2022. 11. Kapitola: Cyclic plasticity of additively manufactured metals. *Cyclic Plasticity of Metals*. ISBN: 978-0-12-819293-1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819293-1.00010-3>. Series Editors Frédéric Barlat, Oana Cazacu, René De Borst, A. Erman Tekkaya. Editor: Hamid Jahed Ali A. Roostaei.

Z podrobnější analýzy publikační činnosti v projektu v jednotlivých letech realizace pak lze vysledovat jednoznačný rostoucí trend společné výzkumné a publikační činnosti vědeckovýzkumných pracovníků se zahraničními partnery, ale také s podniky, což také potvrzuje pozitivní efekt vytvořené platformy Inovativní a aditivní technologie výroby.

Výsledky aplikovaného výzkumu

Přes 30 výsledků aplikovaného výzkumu v oblasti aditivních a inovativních technologií. Jedná se o funkční vzorky, prototypy, průmyslové vzory a užité vzory.

Dalším zásadním výsledkem spolupráce v rámci vytvořené projektové platformy jsou 2 mezinárodní patentové přihlášky, u kterých je aktuálně prováděna mezinárodní rešerše:

- » Platform for 3D print, původce patentu: doc. Ing. Marek Pagáč, Ph.D.
- » A program-controlled system of a slotting tool and a lathe machine for forming an internal spiral grooving, původce patentu: Ing. Jiří Hajnyš, Ph.D.

Počet uskutečněných společných akcí

V rámci vytvořené projektové platformy se v období do června 2022 za účasti partnerů uskutečnilo celkem **17 společných akcí** zahrnujících workshopy, odborná diskusní fóra a konference, na kterých byly prezentována a diskutována specializovaná témata ze segmentu inovativní a aditivní výroby:

- » Výzkum, vývoj a moderní trendy v aditivní výrobě
- » Topologická optimalizace a simulace 3D tisku
- » Materiálová podstata 3D tisku
- » Multilaserové 3D tiskárny a řešení pro RaD
- » Potenciál aditivní výroby ve strojírenství, automobilovém průmyslu, energetickém průmyslu, kosmickém průmyslu a medicíně.

Účast na konferencích, veletrzích a výstavách

- » **Formnext (Frankfurt nad Mohanem, Německo)** – přední mezinárodní průmyslová výstava a konference zaměřená na novou generaci inteligentní průmyslové výroby, aditivní výrobu a průmyslový 3D tisk.
- » **Fórum aditivní výroby (Brno, ČR)** – mezinárodní konference zaměřená na informace o nejnovějších technologiích a praktických poznatcích z profesionálního 3D tisku.
- » **Next 3D (ČR)** – konference zaměřená na nové trendy a osvědčené postupy v aditivní výrobě ve firmách a u tvůrčích profesionálů.
- » **CIMT 2019 (Peking, Čína), Material technologies in Silesia 2019 (Zawiercie, Polsko), ASME 2019 (San Antonio, Texas, USA), Engineering 2020 (Sydney, Austrálie).**

¹Zdroj: webofscience.com; 9/2022

SWOT ANALÝZA V RÁMCI PARTNERSKÉ SPOLUPRÁCE

S SILNÉ STRÁNKY

- » Špičková infrastruktura a přístrojové vybavení specializovaného pracoviště VŠB-TUO v oblasti 3D tisku v rámci ČR a SR.
- » Vysoce kvalifikovaný vědecko-výzkumný tým VŠB-TUO – znalosti v oblasti multioborové problematiky v tématech aditivní a inovativní výroby.
- » Publikace v prestižních vědeckých časopisech Composite Science and Technology, Sustainable Materials and Technologies, Polymers, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Nanocomposites apod.
- » Osobní pozvánky na odborné konference k problematice aditivní a inovativní výroby (Next3D, Fórum aditivní výroby, ICMEM 2022 apod.).
- » Intenzivní odborná spolupráce se zahraničními vědeckými pracovišti ve střední Evropě (Polsko, Slovensko, Německo), ale také v ČR (spolupráce s Akademií věd ČR).
- » Zvyšující se zájem o studium v oblastech aditivních technologií ze zahraničí (Indie a studenti Erasmus).
- » Dlouhodobá intenzivní spolupráce s firmami v oblasti aditivní a inovativní výroby (věda, výzkum, inovace).

W SLABÉ STRÁNKY

- » Velmi vysoká finanční náročnost výzkumu a vývoje v oblasti 3D tisku (investice do infrastruktury vč. údržby a poplatků za SW, materiál a nástroje, energie).
- » Nestabilní provozní financování vědy a výzkumu a administrativní náročnost projektového financování (z evropských zdrojů).

O PŘÍLEŽITOSTI

- » Nové oblasti aplikace inovativních a aditivní výroby – vstup do segmentu leteckého a kosmického průmyslu (vč. možnosti certifikace pracoviště pro výrobu součástí).
- » Nová témata spolupráce a výzkumné záměry v inovativní a aditivní výrobě:
 - › 3D biotisk, 4D tisk, 3D tisk v mikrogravitaci
 - › 3D tisk obtížně vyrobitelných materiálů typu ULTEM, PEEK s vysokou teplotní odolností apod.
 - › Multimateriálové inženýrství pro výrobu modelů s multifyzikálními vlastnostmi.
- » Rozvoj spolupráce v oblasti vědy a výzkumu s Univerzitou obrany.
- » Rozvoj mezinárodní vědeckovýzkumné spolupráce se zaměřením na země západní Evropy a Asii.
- » Rostoucí zájem firem o aditivní a inovativní technologie.
- » Připravované rozšíření infrastruktury VŠB-TUO se zaměřením na rozvoj v segmentu 3D tisku kovových slitin.

T HROZBY

- » Velmi rychlý vývoj v segmentu aditivní a inovativních technologií výroby – zastarávání infrastruktury, nutné reinvestice a inovace technologií.
- » Negativní změny ve financování způsobené např. nepříznivým makroekonomickým vývojem.

NÁVRHOVÁ ČÁST

STRATEGICKÉ CÍLE A PRIORITY

Návrhová část strategie dlouhodobé mezisektorové spolupráce spočívá v dalším rozvoji multiborové platformy, která zahrnuje výzkumníky zabývající se VaV aktivitami pro rozvoj a generování výsledků a výstupů v inovativních a aditivních technologiích. Plán rozvoje spolupráce je strukturován v souladu s globálními cíli a s vybranými relevantními cíli aktuálního **Plánu realizace Strategického záměru VŠB-TUO i Strategického záměru vzdělávací a tvůrčí činnosti na roky 2021–2027 na FS VŠB-TUO** jako hlavního iniciátora vzniku platformy). Strategie mezisektorové spolupráce pak také zohledňuje dlouhodobé strategické cíle a rozvojové priority partnerů. Hlavní řešitel a partneři si tak v rámci této Strategie stanovili **globální cíl / vizi**:

Být středoevropským výzkumným a inovačním lídrem v multioborové problematice inovativních a aditivních technologií a multimateriálového 3D tisku.

K naplnění globálního cíle / vize pak přispěje naplnění těchto 9 strategických cílů zaměřených na rozvoj dlouhodobé partnerské spolupráce v oblasti inovativních a aditivních technologií výroby:

- Strategický cíl 01:** Být centrem s vysokou uplatnitelností VaV výsledků
- Strategický cíl 02:** Být uznávaným centrem orientovaného výzkumu
- Strategický cíl 03:** Efektivně řídit a využívat kapacitu technologické infrastruktury
- Strategický cíl 04:** Internacionalizace
- Strategický cíl 05:** Vytvářet motivační prostředí pro rozvoj osobností a týmů
- Strategický cíl 06:** Synergie projektů a nové projektové záměry
- Strategický cíl 07:** Smart Materials and Sustainability Additive Manufacturing: 3D Printing and 4D Printing
- Strategický cíl 08:** Udržitelnost a modernizace infrastruktury
- Strategický cíl 09:** Být inkubátorem pro nadějně studenty a výzkumníky



Obr. 1 – Struktura strategických cílů a priorit dlouhodobé mezisektorové spolupráce na platformě *Inovativní a aditivní technologie výroby – nová technologická řešení 3D tisku kovů a kompozitních materiálů*

Tyto strategické cíle mají svůj jasný význam a lze je dosáhnout přesně definovanými dílčími aktivitami. Strategické cíle jsou nastaveny dle aktuální situace a na základě nastavené spolupráce napříč platformou – mezi univerzitami a partnery unikátní platformy. Cíle jsou dosažitelné a realizační tým si uvědomuje rizika, která jsou s dosažením cílů spojena.

STRATEGICKÝ CÍL 01

BÝT CENTREM S VYSOKOU UPLATNITELNOSTÍ VaV VÝSLEDKŮ

Cílem je podpora tvorby kvalitních publikačních aplikovaných výstupů prostřednictvím využívání motivačních nástrojů a tomu odpovídající platové ohodnocení. Kvalitní publikace, navíc v mezinárodních autorských kolektivech, se tak stanou přirozenou součástí způsobu, jak prezentovat výsledky výzkumu a vývoje realizovaného na VŠB-TUO.

- » Cílený aplikovaný výzkum a publikace výsledků VaV v prestižních vědeckých časopisech Q1 a Q2.
- » Soudržnost a konkurenceschopnost v multioborové problematice.
- » Publikační potenciál v prestižních časopisech z pohledu dílčích výzkumných a vědeckých aktivit.
- » Poskytování excelentního vědecko-výzkumného know-how firmám.
- » Transfer znalostí a vědomostí a uvážlivost v publikačním trendu.
- » Stabilizace publikačního a citačního trendu.
- » Predikce vývoje citovaných témat a hledání publikačních souvislostí v multioborové problematice.
- » Efektivně využívat nástrojů univerzity pro transfer technologií.
- » Navázat na databázi Research Portal pro efektivní řízení a práci s výsledky VaV.
- » Prohlubovat znalosti scientometrie a sledování trendů v daných oblastech a zaměřit se na citovaná témata v oblastech aditivních technologií a související multioborové problematiky.
- » V rámci projektů realizovat VaV činnosti s vazbu na vyhledávanou problematiku ve světě a dle její citovanosti.
- » Efektivněji využívat potenciál chráněných výsledků duševního vlastnictví, který se projeví v růstu příjmů z komercializačních aktivit.



STRATEGICKÝ CÍL 02

BÝT UZNÁVANÝM CENTREM ORIENTO VANÉHO VÝZKUMU

Cílem je podpora VaV aktivit a implementace výsledků aplikovaného výzkumu do praxe s praktickým uplatněním a s cílem optimalizovat a racionalizovat stávající technologické postupy výroby. Cílem je, aby bylo centrum 3D tisku a realizační tým chápán a uznáván jako nerozdělitelný celek a aby veřejnost chápala, že multioborovou problematiku je nutné řešit napříč všemi souvisejícími obory.

- » Poskytování aktivní podpory akademickým a výzkumným pracovníkům fakulty při přípravě a realizaci projektů v oblasti výzkumu a vývoje (VaV).
- » Strategická pomoc při sestavení vědecko-výzkumného konsorcia pro různě orientované projekty.
- » Cílený přenos informací v oblasti aktuálních výzev mezinárodních i národních projektů na fakultu.
- » Zjišťování možností a předávání informací akademickým a výzkumným pracovníkům fakulty v oblasti mezinárodní spolupráce.
- » Transfer technologického a vědecko-výzkumného know-how, znalostí a vědomostí napříč dlouhodobé mezisektorové spolupráce.
- » Realizace aktivit pro zvyšování účasti fakultních výzkumných týmů v projektech mezinárodní spolupráce.
- » Analýza možností stanovení motivační podpory publikujících autorů vedoucí ke zvyšování počtu kvalitních publikací v klíčových oblastech VaV fakulty.
- » Hodnocení trendu vývoje citačního ohlasu publikací napříč univerzitou ve vztahu k multioborové problematice.
- » Propagace a popularizace kvalitních VaV výsledků fakulty veřejnosti, průmyslové praxi a studentům bakalářského, magisterského a doktorského studia.
- » Nabízet mezinárodní spolupráci vědeckým týmům, které projeví zájem o publikované výsledky VaV prostřednictvím citací.

STRATEGICKÝ CÍL 03

EFEKTIVNĚ ŘÍDIT A VYUŽÍVAT KAPACITU TECHNOLOGICKÉ INFRASTRUKTURY

Cílem je propagovat a popularizovat unikátní infrastrukturu s cílem jejího maximálního, racionálního a efektivního využití pro VaV účely a spolupráci s praxí a pro realizaci národních a mezinárodních projektů.

- » Strategické plánování experimentů a návaznost dílčích výzkumných aktivit.
- » Plánování Design of Experiment a racionalizace experimentálních činností s ohledem na VaV výsledky a výstupy řešeného projektu.
- » Setkávání realizačního týmu a vzájemná konsolidace dílčích výzkumných kapacit.
- » Zpracování návrhu pro obnovu a rozšíření stávajícího unikátního technologického zázemí.
- » Plánovaná údržba a kalibrace unikátního technologického zázemí a atestace pro účely automobilového a leteckého průmyslu.
- » Provázanost a vzájemná synergie mezi aktivitami v projektech OP VVV a OP PIK, GAČR, TAČR, SGS aj.

STRATEGICKÝ CÍL 04

INTERNACIONALIZACE

Cílem je budování mezinárodních vztahů a posílení vědecko-výzkumné kapacity.

- » Soustavná výzkumná činnost společných mezinárodních týmů vedoucích ke společným publikacím a jiným vědeckým výsledkům.
- » Podpora výjezdů doktorandů, postdoků, docentů, profesorů a VaV pracovníků do třetích zemí jakožto vhodná příležitost pro rozvoj dizertačních, habilitačních a profesorských řízení.
- » Podpora příjezdů excelentních pracovníků, mentorů a odborníků z klíčových VaV multidisciplinárních oblastí.
- » Transfer unikátních znalostí a vědomostí pro další rozvoj mezisektorové spolupráce.
- » Sdílení mezinárodních zkušeností napříč realizačním týmem.
- » Využití kombinace virtuálních a fyzických mobilit.
- » Budování kvalitních mezinárodních sítí s partnerskými institucemi a plánování zahraničních pracovních cest zaměstnanců do třetích zemí.

V mezinárodních vztazích se aktuálně zaměřujeme na posílení mezinárodní vědeckovýzkumné spolupráce v segmentu aditivních a inovativních technologií s vědeckými a akademickými pracovišti v Západní Evropě (Německo, Francie) a Asii (Indie, Čína a Vietnam).



STRATEGICKÝ CÍL 05

VYTVÁŘET MOTIVAČNÍ PROSTŘEDÍ PRO ROZVOJ OSOBNOSTÍ A TÝMŮ

Cílem je motivovat výzkumníky k výzkumu aktuálních trendů a k technologickým výzvám s přesahem do vizí a budoucnosti v oblastech aditivních technologií. Motivace musí směřovat k výzkumu multimateriálových a multifyzikálních vlastností.

- » Zavedení systému hodnocení pracovníků realizačního týmu a důraz na vzájemnou spolupráci v jednotlivých dílčích činnostech.
- » Motivace výzkumníku, studentů a spolupracujících firem k plnění nových úkolů, které vycházejí z požadavků praxe a mají aplikační potenciál.
- » Zviditelnění a popularizace významných VaV výsledků pro kariérní a osobnostní rozvoj.
- » Podpora vzdělávacích a popularizačních akcí pro rozvoj zaměstnanců a vedoucích pracovníků fakulty.
- » Kariérní postup ve vztahu k budování nových výzkumných kapacit s akademickými hodnostmi Ph.D., docent a profesor.

STRATEGICKÝ CÍL 06

SYNERGIE PROJEKTŮ A NOVÉ PROJEKTOVÉ ZÁMĚRY

Strategickým cílem je využití výsledků základního výzkumu v aplikovaném výzkumu a vývoji funkčních vzorků, průmyslových vzorů, užitných vzorů a patentů. Cílem je využít získané technologické know-how a zkušenosti s pořízenou infrastrukturou a jeho zúročení v rámci poskytovaných služeb, konzultací a při spolupráci s praxí a ve výuce.

- » Monitorování provázanosti klíčových aktivit v dlouhodobé mezisektorové spolupráce a jejich vzájemné hodnocení.
- » Realizace nových výzkumných záměrů, které vycházejí z požadavků praxe.
- » Kontinuální rozvoj multioborové platformy Inovativní a aditivní technologie výroby a šíření výsledků VaV v rámci národních a mezinárodních vědeckých pracovišť.
- » Rozšiřování platformy nové partnerské firmy a vědecko-výzkumné instituce, které postrádají technologické know-how, zkušenosti s aditivními technologiemi a unikátní infrastrukturu.
- » Monitorování moderních trendů a sledování vyhlášených projektových výzev a kontinuální příprava projektových žádostí, které mají soulad s výzvami.



STRATEGICKÝ CÍL 07

SMART MATERIALS AND SUSTAINABILITY ADDITIVE MANUFACTURING: 3D PRINTING AND 4D PRINTING

Strategickým cílem je vývoj a výzkum technologických postupů aditivně vyráběných materiálů s multifyzikálními vlastnostmi s unikátním chemickým složením pro aplikační využití v automobilovém, leteckém, energetickém a ropném průmyslu, ve strojírenství, potravinářství atd. Podstatou je rozšíření výzkumných záměrů o 4D tisk a jeho aplikační využití v průmyslové praxi.

- » Orientovaný výzkum multifyzikálních vlastností v oblastech multimateriálového 3D a 4D tisku.
- » Výzkum mechanických vlastností kovových, polymerních a kompozitních materiálů využitelných pro aktuátory, Smart Robotics, Smart Flexible Electronics, Shape Memory Polymers.
- » Propracovanější technologické postupy výroby s ohledem na Product Lifecycle Management (PLM) a zahrnutí do vývoje prototypů celoživotní cyklus (od návrhu až po jeho recyklaci).
- » Ekologická udržitelnost aditivních technologií a ekologické nakládání s odpady a podpora ekologických aspektů v globálním měřítku.
- » Úspora nákladů na energie a rekuperace energie.

STRATEGICKÝ CÍL 08

UDRŽITELNOST A MODERNIZACE INFRASTRUKTURY

Osmým strategickým cílem je udržitelnost a modernizace infrastruktury v souladu trendy v aditivních technologiích. Konkrétním cílem je pořízení z projektových záměrů nových zařízení s vyšším výkonem (větší počet laserů, 3D tiskárny s více tiskovými hlavami). Nedílnou součástí je aktualizace výpočetního softwaru a softwaru pro topologickou optimalizaci, konstruování bionických modelů, opravu STL modelů, přípravu tiskových úloh, otevřenou platformu pro optimalizaci procesních parametrů, analýzu multimateriálových vlastností apod.

- » Sledování moderních trendů ve vývoji a konstrukci 3D tiskáren a možnosti přídavných zařízení pro sledování rychlosti skenování, akustické emise, meltpoolu, CT měření a skenování vad po každé vrstvě.
- » Modernizace strojové parku pro postprocesní úpravy zahrnující obrábění, svařování, navařování, lakování, barvení, pokovování, napařování, tepelné zpracování, 3D skenování a měření přesnosti výroby.
- » Modernizace přístrojů a zařízení pro chemické analýzy, hodnocení mikrostrukturních a makrostrukturních vlastností a nedestruktivní hodnocení vad.
- » Aktualizace SW pro potřeby technologických procesů výroby aditivními technologiemi.

Mezi klíčové aktuálně plánované investice do infrastruktury řadíme připravované pořízení:

- » Atomizéru pro výrobu práškových směsí s unikátním chemickým složením.
- » Zařízení pro aditivní technologii Direct Energy Deposition (3D tisk z prášků a z drátů tavený laserovými paprsky).
- » 3D tiskárny s technologií Powder Bed Fusion Selective Laser Melting pro laboratorní účely a pro 3D tisk drahých kovových slitin s možnostmi monitorování procesu výroby, termokamerou, CT skenerem, akustickou emisí a rychlostní kamerou.

STRATEGICKÝ CÍL 09

BÝT INKUBÁTOREM PRO NADĚJNÉ STUDENTY A VÝZKUMNÍKY

Cílem je motivovat nadějně studenty a výzkumníky ke studiu a k VaV činnostem souvisejícími s aditivními technologiemi, jejich začlenění do stávajícího realizačního týmu a budovat unikátní vědecko-výzkumné zázemí z pohledu lidských sil. Lidská kapacita je pro účely VaV nepostradatelná a v rámci multioborové problematiky hrozí fluktuace personálního obsazení.

- » Akreditace studijní specializace s názvem Aditivní technologie bakalářského studijního program Strojírenství, zahájení výuky je předpokládáno v termínu 9/2022.
- » Realizace workshopů, odborných diskuzních fór a dnů otevřených dveří a popularizace VaV aktivit, které souvisí s multioborovou problematikou.
- » Propagace případových studií a šíření povědomí o možnostech aditivních technologií s vazbu a propojením mezi VaV činnostmi a praxí.
- » Popularizace aditivních technologií na středních a základních školách prostřednictvím spolupráce s Moravskoslezským inovačním centrem.
- » Tvorba interaktivních výukových pomůcek pro šíření znalostí, vědomostí a uplatnitelností aditivních technologií v praxi.



22
30

STRATEGIE DLOUHODOBÉ MEZISEKTOROVÉ SPOLUPRÁCE
PRO INOVATIVNÍ A ADITIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY 2022–2030

Vydala: Fakulta strojní VŠB-TUO
Editor: doc. Ing. Marek Pagáč, Ph.D.
Fotografie: Archiv VŠB-TUO, archiv FS VŠB-TUO,
Grafický návrh a sazba: Štěpánka Komínková

© 2022 Fakulta strojní VŠB-TUO



