



FAKULTA ústav  
STROJNÍHO strojírenské  
INŽENÝRSTVÍ technologie

# ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

## Kontakt:

 tel.: +420 54114 2402

 e-mail: [ust@fme.vutbr.cz](mailto:ust@fme.vutbr.cz)

 web: <http://ust.fme.vutbr.cz>

 [www.instagram.com/ust\\_fsi](https://www.instagram.com/ust_fsi)

 adresa: ÚST, Technická 2896/2, 616 69 Brno

Informace o studiu pro akademický rok 2024/25

# Základní studijní informace

## Tajemník pro studijní záležitosti a pedagogickou činnost:



[Ing. Petra SLIWKOVÁ, Ph.D.](#)

e-mail: [sliwkova@fme.vutbr.cz](mailto:sliwkova@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 2559

kancelář: [A1/1520](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

## Vedoucí studijního oddělení FSI:



[Mgr. Pavla SVOBODOVÁ, Ph.D.](#)

e-mail: [svobodova.p@fme.vutbr.cz](mailto:svobodova.p@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 4979

kancelář: [A1/0223](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

## Studijní oddělení - přijímací řízení do BS, průkazy studentů:



[Lenka ŘIHÁČKOVÁ](#)

e-mail: [rihackova@fme.vutbr.cz](mailto:rihackova@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 2135

kancelář: [A1/0228](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

[Studijní oddělení FSI](#)

[Info pro prváky](#)

# Základní studijní informace

## Sekretariát ÚST a Odboru technologie obrábění:



[Jana MUSILOVÁ](#)

e-mail: [musilova@fme.vutbr.cz](mailto:musilova@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 2525

kancelář: [A1/1519](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

## Sekretariát Odboru slévárenství:



[Ing. Hana LABOROVÁ](#)

e-mail: [laborova@fme.vutbr.cz](mailto:laborova@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 2657

kancelář: [A1/1718](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

## Sekretariát Odboru technologie tváření kovů a plastů a Odboru technologie svařování a povrchových úprav:



[Irena BLATNÁ, Dis.](#)

e-mail: [blatna@fme.vutbr.cz](mailto:blatna@fme.vutbr.cz)

tel.: +420 54114 2633

kancelář: [A1/1618](#)

adresa: Technická 2896/2, 616 69 Brno

# Vedení ústavu ÚST

Ředitel ústavu: [doc. Ing. Jan Zouhar, Ph.D.](#)

Tajemník ústavu: [Ing. Kamil Podaný, Ph.D.](#)

Tajemník pro studijní záležitosti a pedagog. činnost: [Ing. Petra Sliwková, Ph.D.](#)

Odbor  
technologie  
obrábění



[doc. Ing. Jan Zouhar, Ph.D.](#)

Odbor  
technologie  
svařování  
a povrchových  
úprav



[Ing. Miroslav Jopek, Ph.D.](#)

Odbor  
technologie  
tváření kovů  
a plastů

[Ing. Miroslav Jopek, Ph.D.](#)

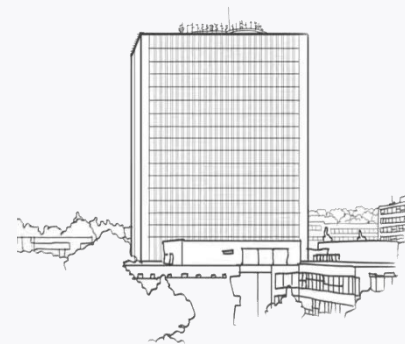
Odbor  
slévárenství



[doc. Ing. Antonín Záděra, Ph.D.](#)

# Základní fakta o ÚST

- Dlouhá **tradice** (existuje od dob založení fakulty).
- Všechny **výrobní technologie** provázané „**pod jednou střechou**“.
- Velká **návaznost na praxi** (přes 300 spolupracujících podniků a institucí).
- **Přátelský tým** pedagogů a odborníků.
- **Studenti** mohou být **zapojeni do řešení projektů** již během studia.
- **Absolventi** odcházejí do praxe **vybaveni** širokým **rozhledem, schopni zapojit se velice rychle do výrobního procesu**, ať už při navrhování výrobních postupů, návrhu montáže, konstrukce nástrojů nebo dalších souvisejících procesů.
- **Řada ocenění, projektů a patentů. Uznávaný ústav v zahraničí** (Německo, Švédsko, Francie, Velká Británie, Dánsko, Itálie, Rakousko, Norsko, atd.).

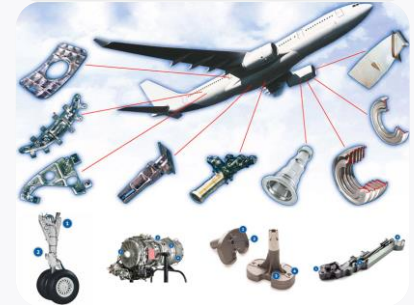


# Úloha technologie ve strojírenství

Technologie řeší všechny oblasti strojírenství - „**Každá součást se musí vyrobit**“.

## Technolog řeší kreativní činnosti:

- 3D modely a výkresovou dokumentaci – CAD/CAM/CAE – PDM PLM
- Plánování a digitalizaci výrobních procesů – automatizace/robotizace
- Konstrukci nástrojů a nářadí, forem
- Kontrolu kvality – příprava, mezioperační
- Volbu a znalost materiálu
- Servis, údržbu – návrh nových strojů
- Navrhuje VÝROBU ZVOLENOU TECHNOLOGIÍ



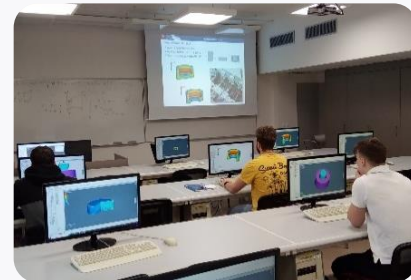
# Bakalářské studijní programy a specializace na ÚST

**Program: B-STR Strojírenství:** 3 roky, česky, prezenční / kombinovaná forma,  
specializace: **Obor STG Strojírenská technologie**, 2. – 3. ročník

Proč studovat tento obor:

- Znalost technologií = kvalitní, produktivní a moderní výroba.
- Univerzalita uplatnění: znalost technologií umožní snadné uplatnění ve středních technických pozicích nebo lze pokračovat studiem [magisterského programu](#).
- Při studiu jsou využívány moderní SW – CAD/CAM, CAE, CAQ, atd.
- Studenti se zapojují do řešení reálných problémů a mohou se podílet i na výzkumu a vývoji pokročilých výrobních technologií.
- Praktická výuka probíhá ve zmodernizovaných laboratořích.
- Zaměřujeme se nejen na výrobky běžného použití, ale často na velmi složité průmyslové produkty, kde přichází na řadu metody plánování a optimalizace, reverzní inženýrství, aditivní technologie apod.

 [Předměty studia](#)



# Magisterské studijní programy a specializace na ÚST

- **Program: N-STG Strojírenská technologie**
  - 2 roky, česky, prezenční / kombinovaná forma, 3 specializace:
    - **STG Strojírenská technologie**
      - Specializace [obrábění](#)
      - Specializace [tváření a svařování](#)
    - **STM [Strojírenská technologie a průmyslový management](#)**
- **Program: N-SLE Slévárenská technologie**
  - 2 roky, česky, prezenční forma
    - **Obor SLE [Slévárenská technologie](#)**





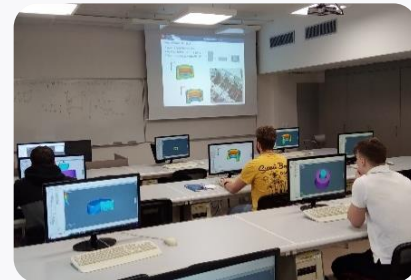
# STG - Specializace

## Strojírenská technologie

Studiem specializace Strojírenská technologie získáte kvalitní přehled o metodách i procesech výroby (tedy: jak vše funguje a co se dá jak vyrobit).

Naším cílem je seznámit studenty:

- s postupy technologií obrábění, tváření a svařování,
- s problematikou metalurgie a slévárenství,
- s výrobními stroji i nástroji,
- s prostředky počítačové HW i SW podpory v oblasti strojírenských technologií,
- s metodami 3D modelování a počítačových simulací,
- s průmyslovou metrologií (tj. s kontrolní a měřicí technikou a metodami řízení kvality a jakosti),
- s problematikou navrhování technologických projektů, automatizace, robotizace, manipulace s materiálem a mechanizace.



# STG - Specializace: Strojírenská technologie – zaměření **obrábění**

Obrábění - jedna z nejvíce využívaných výrobních technologií.

- univerzální využití získaných znalostí umožní budoucí uplatnění ve všech typech výrobních podniků (výroba finálních výrobků, nástrojů, forem, přípravků apod.).

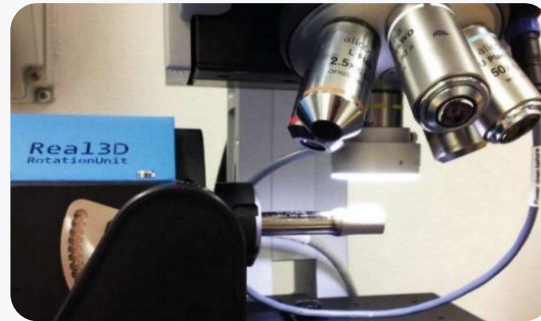
Studium zahrnuje:

 [Předměty studia](#)

- praktickou výuku (v nově vybavených a zrekonstruovaných laboratořích),
- moderní konvenční i nekonvenční metody, aditivní technologie (3D tisk plastů či kovů) a vyhodnocení jakosti a kvality výrobků,
- moderní reversní metody,
- 3D modely CAD, programování CAM, digitalizaci 3D skenování a automatizaci výrobních a podpůrných procesů – kobot Fanuc, robot Kuka,
- CNC programování v ISO kódu i dílensky orientované v řídicích systémech Sinumerik, Heidenhain a Fanuc (Haas).



V rámci studia se můžete setkat  
např. s těmito zařízeními



# STG - Specializace: Strojírenská technologie - tváření/svařování

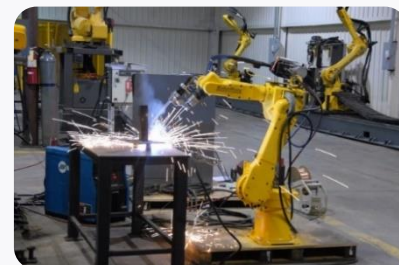
## Tváření - Umožňuje dosáhnout jedinečných vlastností výrobků.

- Studium všech druhů technologií tváření kovů i plastů.
- Návrhy přípravků a nástrojů pro tváření (znalost materiálů, simulací, modelování a výpočtů).
- Využití PC, měřicí a tvářecí techniky ve vybavených laboratořích.

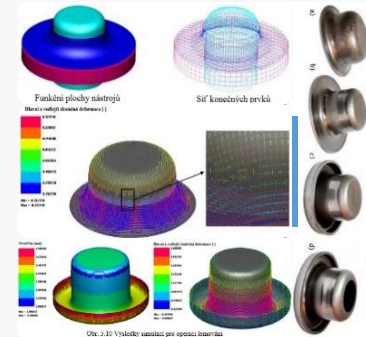
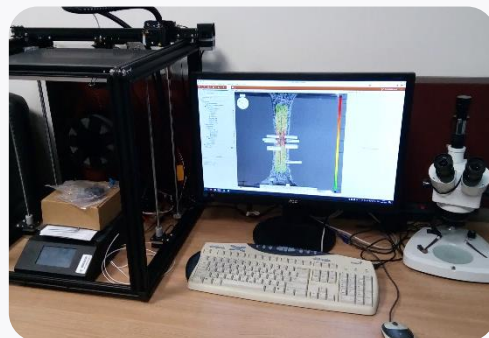
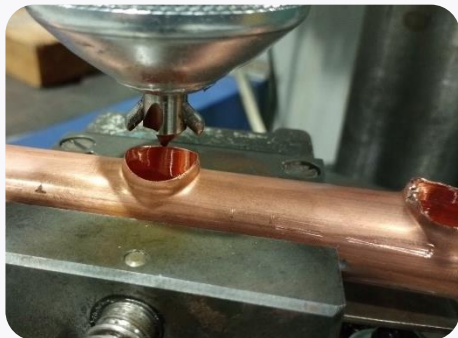


## Svařování - Mnohdy nenahraditelná metoda spojování dílců.

- Interdisciplinární charakter studia technologie svařování, pájení, tepelného dělení a povrchových úprav, je založen na znalosti nauky o materiálu, mechaniky, elektrotechniky a dalších disciplín.
- PC podpora simulace a modelování a seznámení s automatizací, robotizací a mechanizací prostředků a zařízení.



# V rámci studia se můžete setkat např. s těmito zařízeními



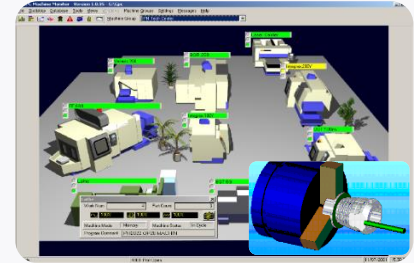
# STM - Strojírenská technologie a průmyslový management

„Technomanager“ - Cílem je umět vyrábět, rozumět výrobním technologiím a přitom dokázat řídit procesy a ekonomiku podniku.

## Studium zahrnuje:

- Část výuky probíhající na FP a část na FSI.
- Studium výrobních procesů a technologií.
- PC podporu - CAD/CAM, CNC apod.
- Důraz je kladen také na využití manažerských nástrojů a metod pro řízení, plánování a optimalizaci výrobních procesů, kontrolu kvality a jakosti i environmentální management.
- Studium zahrnuje praktickou výuku (ve vybavených laboratořích).

## Předměty studia



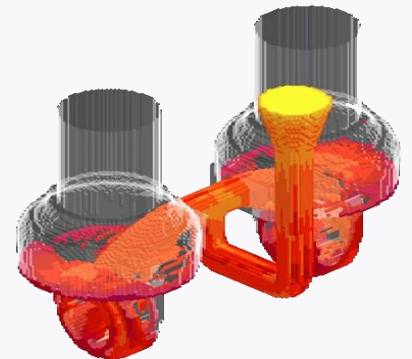
# Obor: Slévárenská technologie

- Slévárství - V ČR velmi zastoupená technologie a tradiční způsob výroby.**
- **Velmi žádaný obor - velká poptávka po absolventech.**
  - **Příprava řídicích a technických pracovníků pro obor slévárství a ostatní technologické obory.**

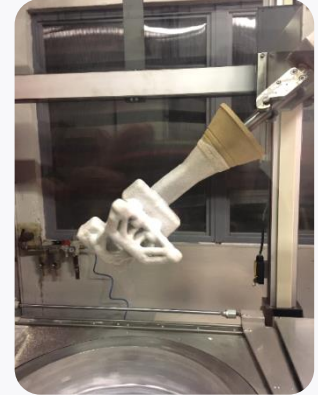
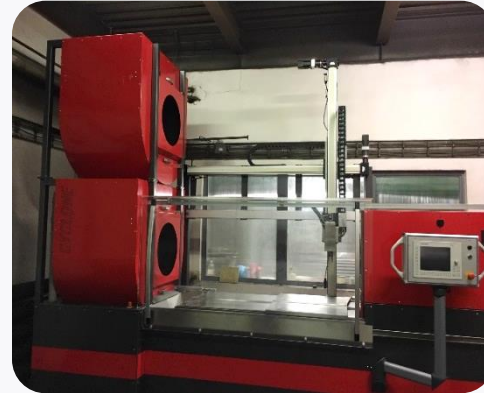
## Studium zahrnuje:

## [Předměty studia](#)

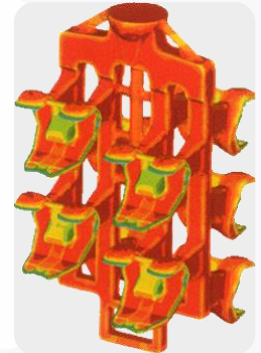
- Moderní oblasti metalurgie slévárenských slitin, technologie výroby, konstrukce strojů a zařízení, kontrolu jakosti odlitků.
- Aditivní 3D technologie pro slévárenskou praxi, ale také praxi v laboratorní slévárně, laboratoři analýzy chemického složení a dále metalografické a pískové laboratoři.
- SW - simulační programy.
- Úzkou návaznost na řešení vědecko-výzkumných projektů a širokou spolupráci s průmyslovými podniky, do kterých jsou studenti také zapojeni např. při výrobě speciálních odlitků.



# V rámci studia se můžete setkat s těmito zařízeními



Spektrometr Q4 TASMAN





# Doktorské studijní programy na ÚST

D-STG-P

**Strojírenská technologie**  
program

*4 roky, česky,  
prezenční/kombinovaná forma*

[Bližší info na webu VUT](#)

D-STG-A

**Manufacturing Technology**  
program

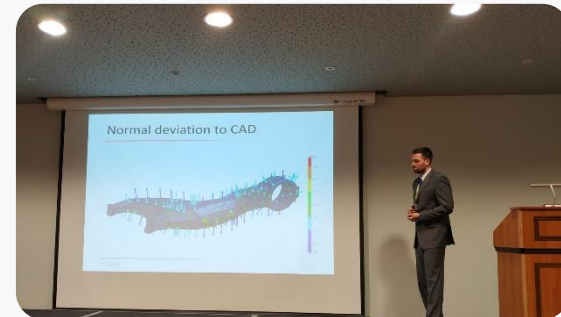
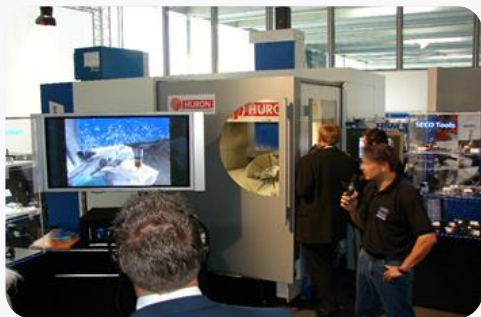
*4 roky, anglicky,  
prezenční/kombinovaná forma*

[Bližší info na webu VUT](#)



# Doplňující informace ke studiu na ÚST

- Možnost **účasti na odborných konferencích a seminářích.**
- Pravidelné pořádání **odborných přednášek** (pozvaní odborníci).
- Pořádání **exkurzí** (nejen do průmyslových podniků).
- Možnosti **zahraničních stáží.**
- Možnost **podílet se na výzkumu a vývoji na ÚST projektech.**
- **Možnost spolupráce s prestižními firmami v oboru.**
- **Spoluúčast na pořádání celostátních soutěží a akcí.**

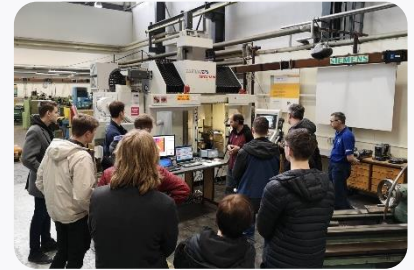
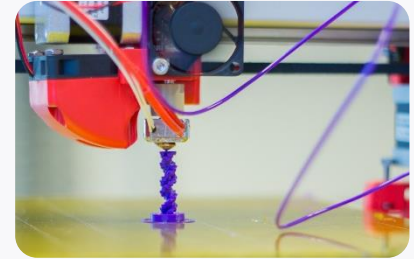


# ÚST – Neustálá inovace, moderní prvky ve výuce

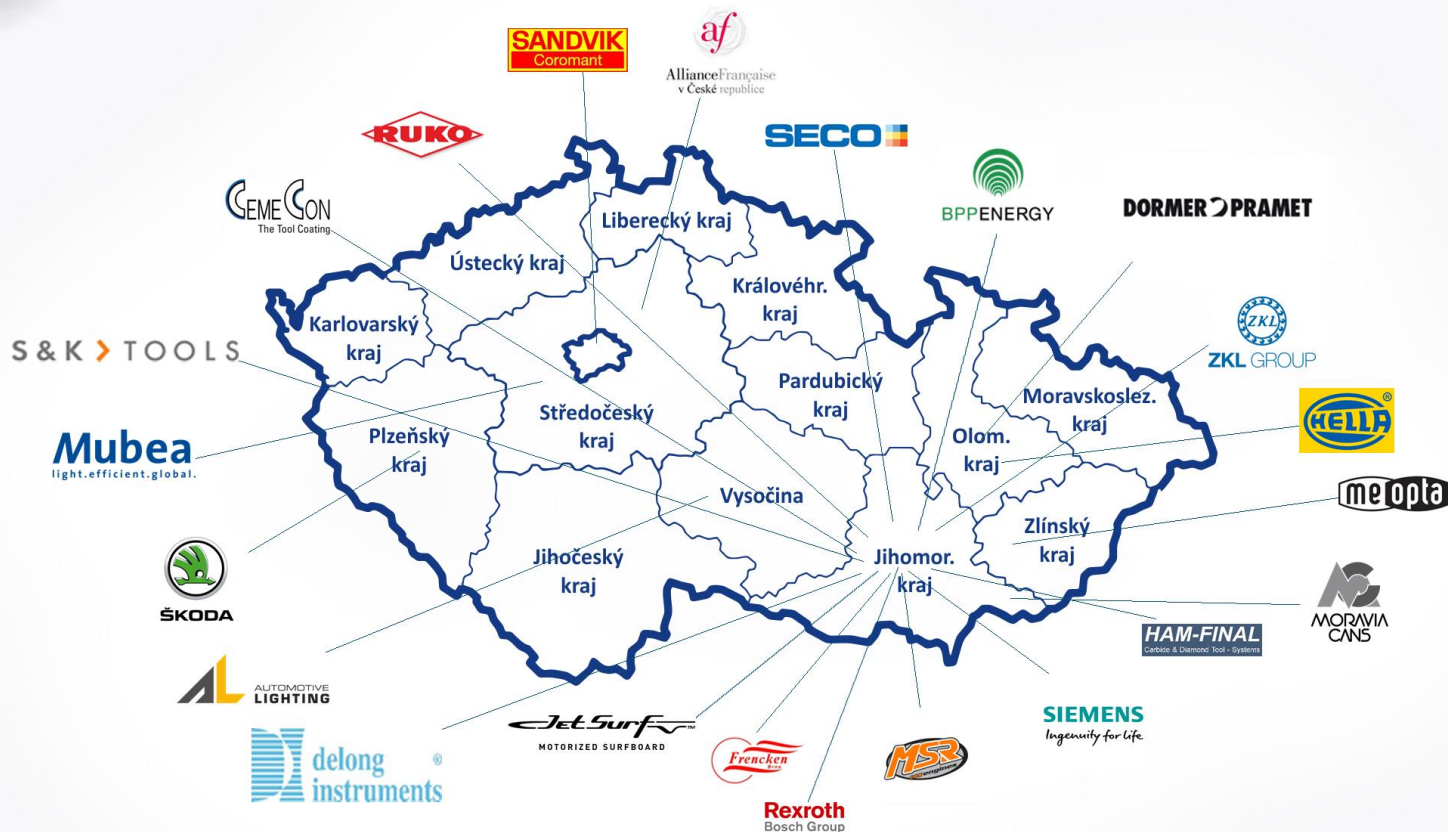
- **Inovace na ÚST klade důraz na:**
  - automatizaci,
  - robotizaci,
  - digitalizaci výroby.



- **Obnova laboratoří a dílen** (pořizujeme nové strojní vybavení).
- Realizujeme moderní **řízení výroby za použití MES systému** – virtuální laboratoř.
- **Tvorba nových výukových programů** podpořených moderními technologiemi, větší reflexe aktuální potřeby firem a strojírenské praxe.
- **Studentská laboratoř 3D tisku** – volný přístup na kartu.
- Praktická výuka obrábění i jako volnočasová aktivita.



# Spolupráce ÚST s průmyslem



# Spolupráce s praxí – odborné přednášky

- Pravidelně zveme odborníky z praxe



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**ALBIS**  
 We drive polymers distribution  
 FYZIKÁLNÍ, MECHANICKÉ, TEPELNÉ A REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PLASTŮ  
 Ing. Radek Zlýka ze spol. Albis Plastic ČR s.r.o.

Pozvánka na odbornou přednášku

Kdy: středa 15. 2. 2023  
 Čas: od 14:00 hod  
 Kde: VUT FSI A1/1542

Přednášející: Ing. Radek Zlýka  
 Albis Plastic ČR s.r.o. – Jeden z velkých celosvětových distributorů plastových granulátů založený v roce 1961



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**ZÁVITOVÁNÍ A VRTÁNÍ**  
 pořadák: EMUGE-FRANKEN

Pozvánka na odbornou přednášku

Kdy: pondělí 25. 3. 2024  
 Čas: od 12:00 do 15:00 hod.  
 Kde: A1/1542

Program: technologie výroby závitů konvenčními, běžnými metodami i nejmodernějšími technologiemi (nástroje EMUGE Punch-Tap či EMUGE Taptor)

Přednášející: Ing. Petr Falc



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**KUBOŮŠEK**  
 VSTŘIKOVACÍ STROJE

Pozvánka na odbornou přednášku

Přednášející: Ing. Petr Falc ze společnosti KUBOŮŠEK

Kdy: čtvrtek 29. 2. 2024  
 Čas: v 10:00 hod.  
 Kde: A1/1542

vedoucí technologického centra ve firmě Kuboušek



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**NÁSTROJE**  
 Technologie VRTÁNÍ

Pozvánka na odbornou přednášku

pořadák: společnost NÁSTROJE CZ, s.r.o.

Kdy: středa 6. 12. 2023  
 Čas: v 9:00 hod.  
 Kde: A1/1542

pořadák: společnost NÁSTROJE CZ, s.r.o. ve spolupráci s ÚST-OTD FSI VUT v Brně



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**OXFORD**  
 A multi-disciplinary approach to the microcosmos

Pozvánka na přednášku

Přednášející: Zifan Wang, Ph.D.

Kdy: středa 23. 3. 2022 od 10:00 do 11:00 hod  
 KDE: prezenčně v posluchárně P2/budova FSI případně na streamu z posluchárny P2  
 Přednáška bude probíhat v anglickém jazyce



Odborná přednáška  
**ZÁVITOVÁNÍ**  
 made by EMUGE

**PŘEDNÁŠKA NA TĚMA ZÁVITOVÁNÍ OD SPOLEČNOSTI EMUGE-FRANKEN**



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**KUBOŮŠEK**  
 TRENDS V OBRÁBĚNÍ

Pozvánka pro studenty na odborný seminář

Kdy: pondělí 4. 4. 2022 od 15:00 hod  
 KDE: prezenčně v posluchárně A5/PS budova FSI  
 TÉMA: zaměřeno na oblasti technologie třískového obrábění a řezné nástroje.

Přednášející: Filip HORÁK spol. KUBOŮŠEK - významný systémový integrátor technických řešení pro průmyslovou výrobu



**FAKULTA ústav**  
**STROJNÍHO strojírenské**  
**INŽENÝRSTVÍ technologie**

**KUBOŮŠEK**  
 VSTŘIKOVACÍ STROJE, PLASTIKÁČNÍ JEDNOTKA, ŘÍZENÍ STROJŮ

Pozvánka na odbornou přednášku

Přednášející: Filip HORÁK spol. KUBOŮŠEK

Kdy: středa 8. 3. 2023  
 Čas: od 14:00 hod  
 Kde: VUT FSI A1/1542



**ODBORNÁ PŘEDNÁŠKA NA ÚST NA TĚMA - VLASTNOSTI PLASTŮ**



**ODBORNÁ PŘEDNÁŠKA ZÁSTUPCI FIRMY KUBOŮŠEK**

# Spolupráce s praxí - exkurze

- Studium je provázáno s praxí



# Spolupráce s praxí - stipendijní programy firem

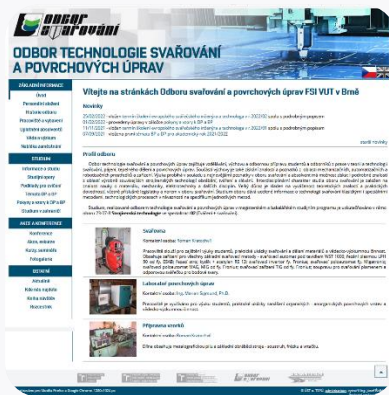
- Studium je provázáno s praxí, studenti mohou využít atraktivní stipendijní programy celé řady firem: např. MUBEA, Siemens, THK, Schaeffler a další

The collage features four main sections:

- Mubea:** A blue-themed page titled "Studenti a žáci" (Students and Children) with a sub-section "Benefity pro studenty" (Benefits for students). It lists "Studentská stipendia" (Student stipends) and "Odborné praxe" (Professional practice).
- Siemens:** A page titled "Nastartujte s námi vaši kariéru" (Start your career with us) featuring a woman and a man looking at a tablet. It includes the text "Nastartujte s námi vaši kariéru" and "Pracujte pro Siemens a získáte cennou zkušenost".
- THK:** A page titled "Stipendia ve firmě THK O nás..." (Stipends in the THK company About us...). It lists "Pro koho je stipendium určeno?" (For whom is the stipendium intended?) and "Co můžete získat?" (What can you get?). A large red box highlights "45 000 Kč".
- Schaeffler:** A page titled "Přijďte se k nám a posuň svou hru na vyšší úroveň." (Come join us and take your game to a higher level). It features a man and a woman playing video games and the text "We pioneer motion".

# Studijní opory

- Aktuální informace jednotlivých odborů na [www: http://ust.fme.vutbr.cz](http://ust.fme.vutbr.cz)  
<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni>  
<http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani>  
<http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni>  
<http://ust.fme.vutbr.cz/slevarenstvi>



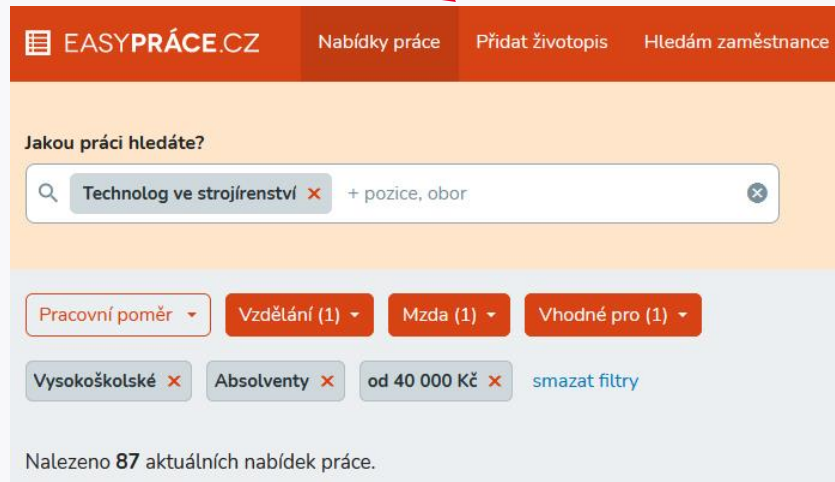


# Co lze očekávat po studiu?

## Uplatnění absolventů

- O VŠ vzdělané technology je obecně největší zájem na trhu práce.
- Srovnání nabídky zaměstnání (zdroj [www.easy-prace.cz](http://www.easy-prace.cz), březen 2024):

technolog vs konstruktér



**EASYPRÁCE.CZ** Nabídky práce Přidat životopis Hledám zaměstnance


Jakou práci hledáte?

+ pozice, obor

Pracovní poměr ▾ Vzdělání (1) ▾ Mzda (1) ▾ Vhodné pro (1) ▾

Vysokoškolské ✕ Absolventy ✕ od 40 000 Kč ✕ [smazat filtry](#)

Nalezeno **87** aktuálních nabídek práce.



**EASYPRÁCE.CZ** Nabídky práce Přidat životopis Hledám zaměstnance

Jakou práci hledáte?

+ pozice, obor

Pracovní poměr ▾ Vzdělání (1) ▾ Mzda (1) ▾ Vhodné pro (1) ▾

Vysokoškolské ✕ Absolventy ✕ od 40 000 Kč ✕ [smazat filtry](#)

Nalezeno **50** aktuálních nabídek práce.

# Výběr z témat závěrečných prací

## ▪ Návrh a zhotovení gravírovacího LED laseru

### Cíle práce

- Zhodnotit současný stav nekonvenčních technologií obrábění
- Porovnat vlastnosti paprskových nekonvenčních technologií
- Navrhnout konstrukci gravírovacího LED laseru
- Porovnat výkonost a přesnost navržené konstrukce oproti komerčním laserům
- Spočítat náklady na stavbu gravírovacího laseru



### Účel použití

- Gravírování i řezání
- Výroba stavebnice pro modelovou železnici
  - Velikosti H0 (1:87) a TT (1:120)
- Dekorativní předměty
- Obráběné materiály
  - Kartonářská lepenka, překližka, korek, papír atd.



### Vstupní požadavky

- Velikost pracovního prostoru
- Minimálně velikost formátu A4
- Celkový rozměr zařízení
- Maximální půdorysný průmět 900 x 600 mm
- Jednoduchost vyráběných součástí
- Vzhledem k 3D tisku
- Kompaktnost konstrukce
- Čistota prostředí
- Odsávání zplodin z pracovní komory
- Bezpečnost
- Krytování, nouzový vypínač, výstražné tabulky atd.



### Řízení

- Řízení pomocí příkazů psaných v jazyku zvaném G-kód
- Ovládací program běží na externím počítači
- Počítač je s zařízením spojen kabelem USB
- Jako ovládací program je používán LaserGRBL nebo UGS
- K vygenerování G-kódu je používán opět LaserGRBL nebo CAM procesor aplikace Inventor



### Parametry prototypu

- Vysoká tuhost konstrukce
- Téměř nulový mrtvý chod
- Vysoká přesnost obrábění



Parametry zařízení	Prototyp
Velikost pracovního prostoru [mm]	350 x 250
Celkové rozměry zařízení [mm]	900 x 600 x 500
Celková hmotnost [kg]	44
Vlnová délka laseru [nm]	450
Optický výkon laseru [W]	25
Třída laseru [-]	3B
Náapájecí napětí [V]	AC 220 - 240
Ovládací software [-]	LaserGRBL
Maximální gravírovací rychlost [mm/min]	2000
Pořizovací cena [Kč]	45 000
Zpracovávaný materiál [-]	Překližka, lepenka, korek, karton

### Závěr

- Vstupní požadavky byly až na drobné výhrady splněny
- Použití plexisklo nedokáže dokonale pohltit laserové záření a při obrábění je tedy nutné nosit ochranné brýle
- Do budoucna se počítá s úpravami a vylepšeními jako například přestavba na frézku nebo 3D tiskárnu
- Celkové náklady na stavbu činily téměř 45 000 Kč



# Výběr z témat závěrečných prací

## ■ Návrh racionalizace výroby tvarové části vstřikovací formy

### Cíle práce

- Tvorba návrhu technologického postupu výroby dvou tvarových částí vstřikovací formy
- Analýza současného stavu
- Experimentální část – skúšky zvolených strategií, rezných nástrojů a podmínek
- Realizace výroby daných částí formy
- Porovnání východzieho postupu a nového návrhu, zhodnotenie

**Výrobane súčasti:**

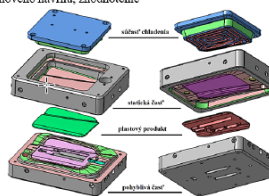
- Súčasť chladienia
- Stručka časť formy

**Výsledok:**

- Klapka tunkovacie nádrže automobilu

**V spolupráci s firmami:**

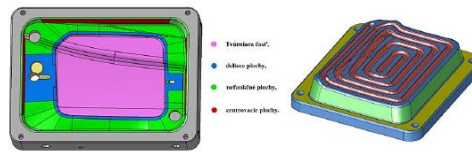
- ITW PRONOVIA, s.r.o., Veľká Biela
- technolog-support, s.r.o., divízia Címatron



Obr. 1 Zariadenie tvarových častí riadiacej formy

### Charakteristika súčastí

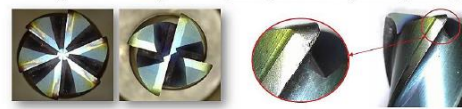
- Materiál:** AISI P20
- Tvrdosť:** 310 HB (= 34 HRC)
- Tvarové plochy
- Rozmernová a geometrická presnosť
- Kvalita povrchu
- Zachovanie ostrej hrany
- Tenká stena (náchylnosť k deformáciám)



Obr. 2 Príerez: statickej časti formy  
Obr. 3 Rozloženie pláň vstrekovacej drážky podľa funkcie  
Obr. 4 Diel pre chladienie klapky

### Experimentálna časť – hrubovanie

**Stratégia:** VolaMill → potreba učiť vhodnú geometriu nástroja a rezné podmienky

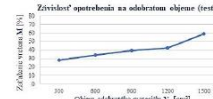


Obr. 3 Okružná geometria nástroja pre VolaMill  
Obr. 4 Lokálne strata bitu po odobratí 1 500 cm<sup>3</sup> pri raste č. 3

- Test trvanlivosti nástroja na odobratie objemu materiálu 1 500 cm<sup>3</sup>
- Pravidelné prerušovanie cyklu (300 cm<sup>3</sup>) a sledovanie opotrebenia
- Celkovo 3 testy, počiatkové podmienky navrhované o 10 %

**Výsledné podmienky:**

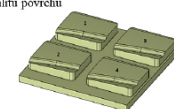
- $v_c = 308 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
- $v_f = 3 \text{ 816 mm} \cdot \text{min}^{-1}$
- $a_p = 10 \text{ mm}$
- $a_e = 0,84 \text{ mm}$



Zrýchlenie opotrebenia na odobratom objeme (test č. 3)

### Experimentálna časť – dokončovanie

- Skúška vplyvu rezných podmínek a stratégií na kvalitu povrchu
- Nástroje vopred definované
- Meranie parametra Ra v 5 pozíciách každej vzorky
- Kritérium:** Ra 0,8  $\mu\text{m}$



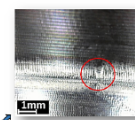
Obr. 7 Zariadenie vrobky

**Podmienky zvolené pre jednotlivé vzorky:**

Č. vzorky	P <sub>r</sub> [mm]	OD [mm]	a <sub>p</sub> [mm]	a <sub>e</sub> [mm]	v <sub>c</sub> [m.min <sup>-1</sup> ]	v <sub>f</sub> [mm.min <sup>-1</sup> ]
1	0,200	D4 + D6	0,200	0,139	128	1650
2	0,100	D4 + D6	0,139	0,139	128	1650
3	0,200	D4	0,113	0,113	114	1 310
4	0,100	D4	0,113	0,113	114	1 310

**Namerané hodnoty Ra [μm]:**

Postup č. / Vzorka č.	1	2	3	4	5	R <sub>á</sub>
1	0,78	0,62	0,66	0,59	0,43	0,564
2	0,99	0,55	0,42	0,54	0,27	0,614
3	0,68	0,40	0,51	0,63	0,63	0,570
4	0,56	0,60	0,34	0,69	0,38	0,514



Obr. 8 Skúška po završovaní nádrže

### Finálny test a výroba súčastí

Odskúšanie procesu na vzorke za použitia parametrov zvolených po predošlých testoch

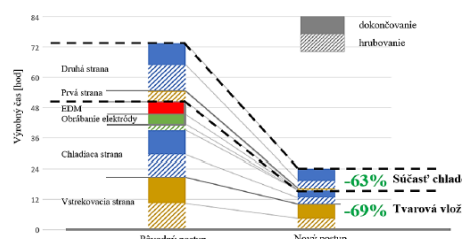
Expreva programu → Realizácia výroby obidvoch súčastí, testy kvality



Obr. 9 Skúška nástroja pre odobratie objemu 1 500 cm<sup>3</sup> sčítavých častí  
Obr. 10 Stručka chladienia pohrubovaní  
Obr. 11 Stručka chladienia po dokončovaní  
Obr. 12 Stručka chladienia po dokončovaní  
Obr. 13 Diel chladienia  
Obr. 14 Zariadenie časti

### Porovnanie návrhu s východzími postupom

- Učinené z hľadiska úspory výrobného času
- Skrátenie výrobného času na tretinu so súčasným dodržaním požiadaviek kvality na formu i výšlisky



Výrobný čas [hod]

Pôvodný postup: 84 hod  
Nový postup: 28 hod

Úspora: -63% Súčasť chladienia  
-69% Tvarová vložka

Legenda: dokončovanie, hrubovanie

# Výběr z témat závěrečných prací

## ▪ Výroba odlitku optimalizovaného čela válce pneumatického pohonu

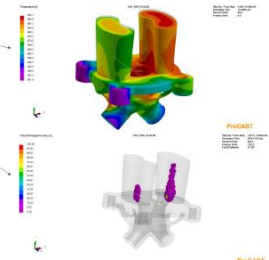
### Úprava dodané geometrie

- Konverze geometrie
  - Kompletní přemodlování
  - STL → STEP
- Technologická úprava (usměrnění tuhosti)
  - Poloha formy
  - Tloušťka stěny
  - Nálitky
  - Vitková soustava (naklápění)
  - Zaslepení úzkých děr (výroba skotepiny)
  - Zaoblení, přidávky na obrábění, smrštění



### Numerická simulace odlévání

- Analýza plnění
  - Teplotní pole
  - Vzduch při plnění
- Analýza tuhosti
  - Podíl tubé fáze
  - Doba ztuhnutí
  - Předikce vzniku porozity



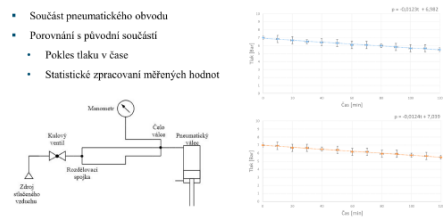
### Výroba součásti

- 3D tisk modelu (FDM)
  - Testovací (PLA)
  - Spalitelný (Polymaker PolyCast)
- Výroba skotepiny
  - Zařízení Cyclone od MK technology
  - Delaminace vrstev
- Odlitek z AISI10Mg
- Obrobení
- Výroba přípravku
- Montáž



### Kontrola těsnosti

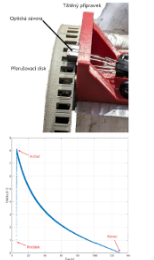
- Součást pneumatického obvodu
- Porovnání s původní součástí
  - Pokles tlaku v čase
  - Statistické zpracování měřených hodnot



### Srovnání s původní geometrií

- Měření otáček na závodním vozidle (Pneumobil)
  - Výroba enkodéru
  - Zpracování naměřených dat

Průměr	Číslový zrychlení [m/s²]	Max. úhlový zrychlení [rad/s²]	Doba otáček [s]
Původní čelo	197,81 ±2,26	90,96 ±0,52	126,23 ±0,57
Nové čelo	202,15 ±1,61	90,79 ±0,37	126,17 ±0,36
Náhrta [%]	2,19 ±1,95	0,85 ±1,75	1,56 ±0,12
Výřek			
Původní čelo	216,76 ±1,18	90,79 ±0,27	124,93 ±0,21
Nové čelo	217,09 ±2,61	94,48 ±0,42	127,95 ±0,52
Náhrta [%]	1,82 ±1,46	7,38 ±1,32	2,42 ±0,89
Čekávkové			
Původní čelo	206,28 ±1,71	51,47 ±0,39	124,58 ±0,39
Nové čelo	209,87 ±1,81	52,69 ±0,41	127,06 ±0,44
Náhrta [%]	1,74 ±1,73	2,39 ±1,53	1,99 ±0,11



### Závěr

Čeho bylo dosaženo?

- Zhotovena funkční součást
- Spĺňuje požadavek na těsnost
- Ověření odborného článku
- Nárůst parametrů při měření otáček
- V rámci Pneumobilu má smysl se dále věnovat tvarové optimalizaci z pohledu proudění

Na co se do budoucna zaměřit?

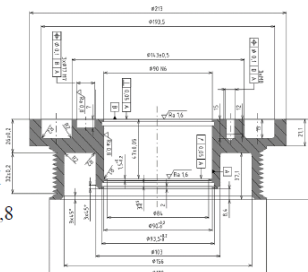
- Pneumatický obvod
  - Místní ztráty - tvar, textura povrchu
  - Délkové ztráty - délka potrubí
  - Spojce - těsnost
- Technologie
  - Odstránění delaminace vrstev
  - Tisk modelu technologií SLA

# Výběr z témat závěrečných prací

## ■ Návrh výroby těla spojky

### Rozbor zadání

- spojka
- automobiliv
- ocel 12 020
- 80 000 ks
- jemně drážkovaní
- drsnost min. Ra 0.8
- přesnost
  - N6 a H7
  - $\oplus, \perp, \nearrow$

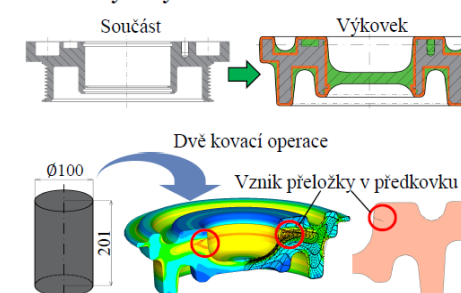


### Návrh výroby

Součást → Výkovek

Dvě kovací operace

Vznik přeložky v předkovku



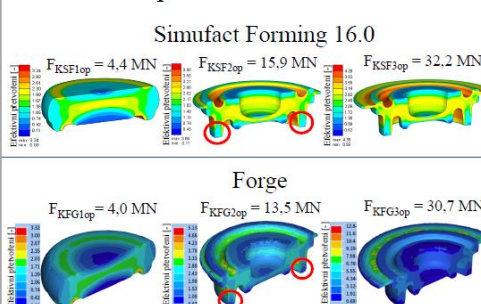
### Tři kovací operace a srovnání simulací

Simufact Forming 16.0

$F_{KSF1op} = 4,4 \text{ MN}$     $F_{KSF2op} = 15,9 \text{ MN}$     $F_{KSF3op} = 32,2 \text{ MN}$

Forge

$F_{KFG1op} = 4,0 \text{ MN}$     $F_{KFG2op} = 13,5 \text{ MN}$     $F_{KFG3op} = 30,7 \text{ MN}$

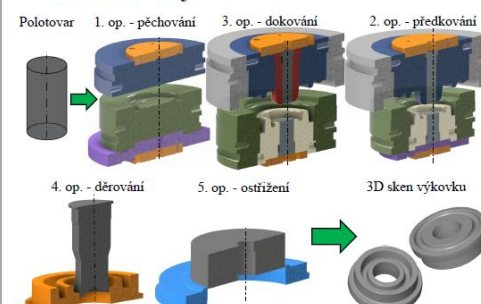


### Tvářeční nástroje

Polotovar

1. op. - pýchování   3. op. - dokování   2. op. - předkování

4. op. - děrování   5. op. - ostřížení   3D sken výkovku



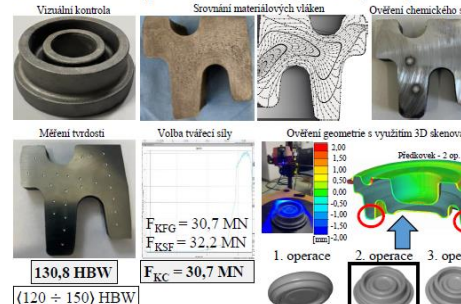
### Kontrolní operace a srovnání výstupů

Virtuální kontrola   Srovnání materiálových vláken   Ověření chemického složení  
 Měření tvrdosti   Velba tvářecí síly   Ověření geometrie s využitím 3D skenování

$F_{KFG} = 30,7 \text{ MN}$   
 $F_{KSF} = 32,2 \text{ MN}$   
 $F_{KC} = 30,7 \text{ MN}$

130,8 HBW   (120 ÷ 150) HBW

1. operace   2. operace   3. operace



### Mikrostruktura výkovku

Referenční vzorky z dokončeného výkovku

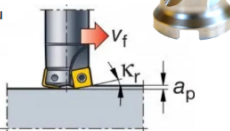



# Výběr z témat závěrečných prací

## ■ Testování řezných nástrojů ze slinutých karbidů při vysokoposuvovém frézování



### Frézování vysokými posuvy - HFM

- Malá axiální hloubka řezu  $a_p$  (do 2 mm)
- Vysoké posuvy na břit frézy  $f_z$  (až 4 mm)
- Malý úhel nastavení hlavního ostří  $K_r$  (do 20°)
- Síly působící v axiálním směru
- Velké vyložení nástrojů (až 7xD)
- Až třikrát vyšší úběr materiálu
- Lepší odvod tepla třískou

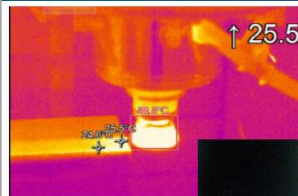



### Měření a řezné zkoušky


- Ověření tvrdosti obráběných materiálů
- Měření axiálního házení osazených fréz
- Záznam vysokorychlostní kamerou
- Záznam termokamerou
- Měření drsnosti obrobenech ploch
- Měření zatížení vřetene stroje
- Měření vibrací
- Tvorba diagramů utváření třísky
- Měření trvanlivosti VBD

### Videozáznamy

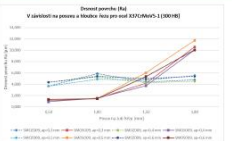


- Snímek vysokorychlostní kamery
- Snímek termokamery

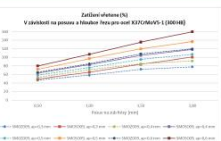


### Výsledky měření

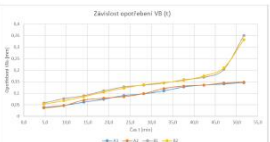
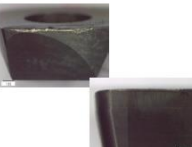
**Úroveň drsnosti Ra**  
V závislosti na posuvu a hloubce řezu pro osazení S50009-1 (S5009)



**Zatížení vřetene (N)**  
V závislosti na posuvu a hloubce řezu pro osazení S50009-1 (S5009)




**Závěrečné sportování VB (s)**

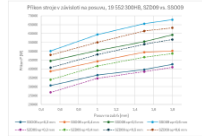



### Výsledky měření

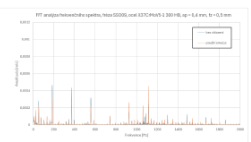
**FFT analýza hlavních složek vřetení, Neca S5000, osaz. S50009-1 (S5009), sp. 10-10-10, 1-13,000**



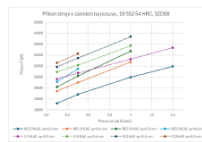
**Přenos síly v závislosti na posuvu, 19-50234 HRC, S5009**



**FFT analýza hlavních složek vřetení, Neca S5000, osaz. S50009-1 (S5009), sp. 1-1,0-1,0, 1-13,000**




**Přenos síly v závislosti na posuvu, 19-50234 HRC, S5009**




### Závěr

Lepších výsledků dosáhla fréza S5009, zejména bylo zjištěno:

- axiální házení frézy bylo sníženo z hodnot přesahující 0,03 mm na hodnoty cca 0,02 mm,
- při obrábění vznikají vhodnější tvary třísek s lepším způsobem jejich odchodu z místa řezu,
- teplo vznikající při řezném procesu je nižší a více tepla odchází třískou,
- s hlediska příkonu stroje je výhodnější obrábění bez procesní kapaliny,
- trvanlivost břitů VBD S0HT09 je při obrábění měkké oceli vyšší,
- zatížení vřetene stroje v přepočtu na jeden zub frézy je nižší,
- díky zvýšení počtu zubů jsou posuvové rychlosti vyšší o 40 %,
- vhodnější je obrábění bez použití procesní kapaliny,
- dosahované drsnosti obrobenech ploch jsou nižší,
- amplituda vibrací je o cca 50 % nižší.



Porovnání množství třísky na bři VBD




# Výběr z témat závěrečných prací

## Effect of strain rate on the mechanical properties of materials


### Dynamic material testing

- Impact speeds:
  - up to 100 m/s - SHPB & SHTB
  - up to 300 m/s - Taylor Anvil Test
  - up to 250 m/s - Symmetric TAT
- Strain rates:
  - up to  $10^4 \text{ s}^{-1}$  - SHPB & SHTB
  - up to  $10^5 \text{ s}^{-1}$  - Taylor Anvil Test
  - up to  $10^4 \text{ s}^{-1}$  - Symmetric TAT
- Testing at increased temperatures
- Application of results:
  - material models for simulations
  - stress-strain curves
- Unique laboratory in the Czech Republic and worldwide



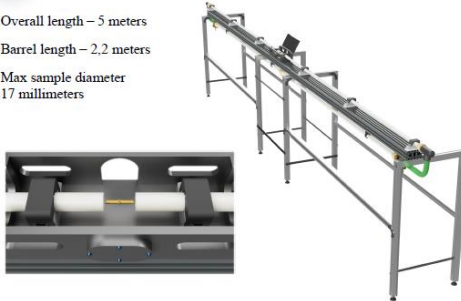
### Device development

- Propulsion
  - air compressor
- Firing control
  - timing switch
  - solenoid valve
- Construction
  - support frame
  - main profile
  - impact box
- Features
  - quick-release holders
  - precise specimen loading
  - high-speed camera implementation





### Constructed device

- Overall length – 5 meters
- Barrel length – 2,2 meters
- Max sample diameter 17 millimeters





### Material tests – aluminum

- Sample diameter – 5 mm
- Sample length – 25 mm
- Concentricity within 0,1 mm
- Impact speed – 220 m/s
- Testing device capabilities



### Material tests – spruce wood

- Sample diameter – 10 mm
- Sample length – 20 mm
- Impact speeds – 175 ~ 235 m/s
- Natural moisture




Impact speed = 235 m/s

Impact speed = 175 m/s

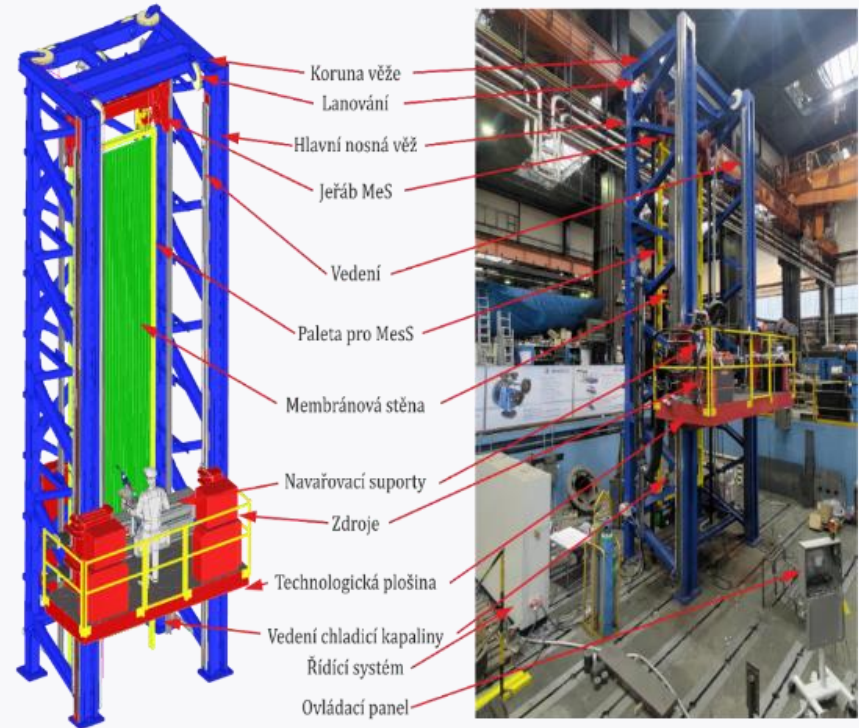
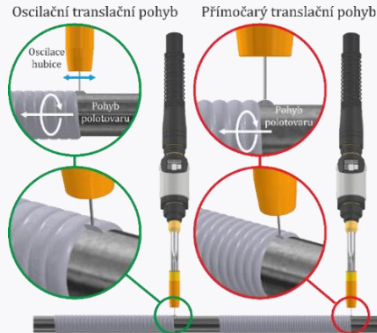
### Conclusions and future activities

- First ideally symmetric Taylor Anvil Test device
- Organic material tests
- Repeatability of testing
- Enhancement of laboratory capabilities
- Improvement of speed measurement
- Implementation of a high-speed camera
- Testing at increased temperatures



# Výběr z řešených projektů ÚST

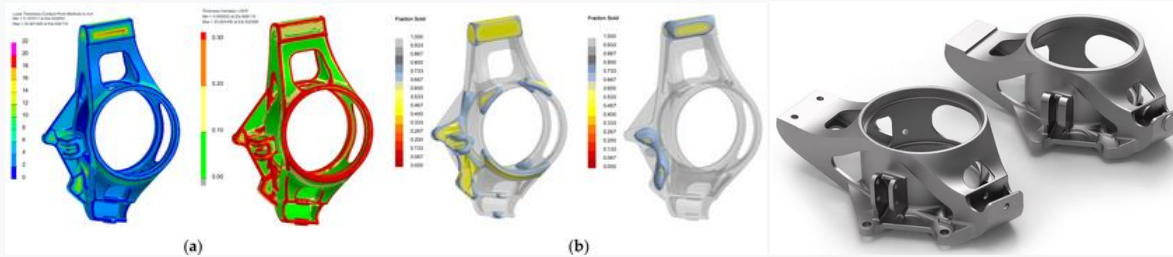
- Vývoj nové řady bimetalových trubkových oblouků 180° s prodlouženými konci a návarem ze superslitiny
- Návrh zařízení a technologie pro automatizaci plošného navařování materiálu Inconel 625 na membránové stěny (pro stěny o délce 8m)



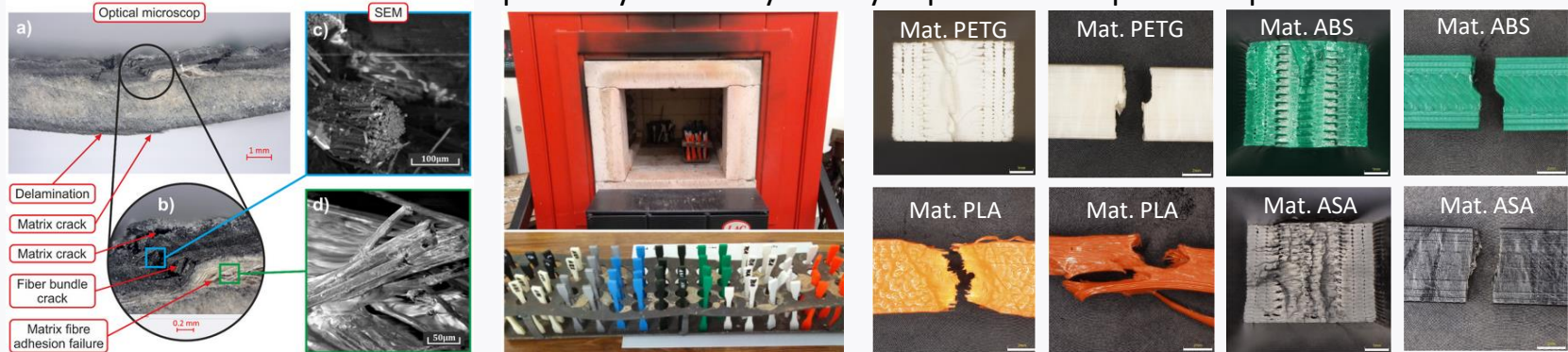


# Výběr z řešených projektů ÚST

- Výzkum v oblasti tavení a metalurgického zpracování vysokoteplotních slitin



- Moderní tech. pro zpracování pokročilých mat. využívaných pro interdisciplinární aplikace

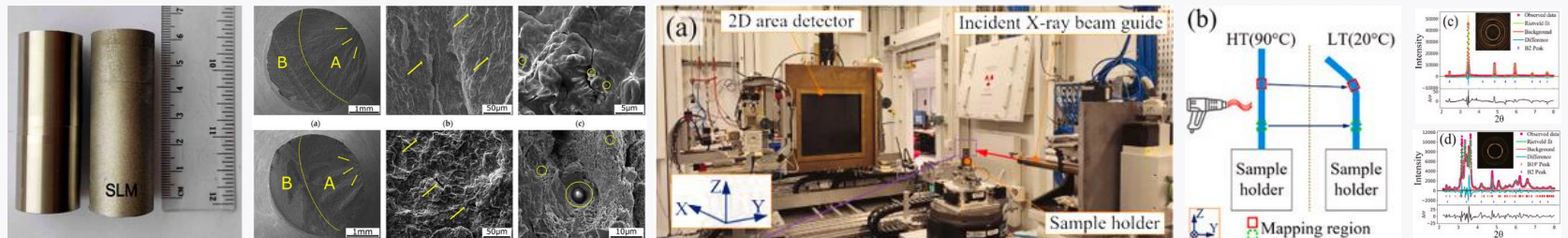


# Výběr z řešených projektů ÚST

- Analýza vlastností méně známých evropských druhů dřevin pro využití v dřevních kompozitních materiálech



- Inovativní kompozitní trezory se zvýšenou mechanickou a požární odolností
- Výzkum dynamického deformačního chování kovových materiálů připravených alternativními způsoby výroby



# Propagace ÚST

Výběr z on-line propagace ÚST  - videa, články, patenty:

Videa:

- Noc vědců na VUT (Akce pro širokou veřejnost) - [Výroba robotického manipulátora nejen pro děti](#)
- Propagační spot NETME Centre (ÚST v čase 3:55 - 4:18) - [Experimentální slévárna \(vakuová indukční pec\)](#)
- Cena TAČR 2015 - [Moderní aerosolové nádoby](#)

Výsledky výzkumu:

- [Přehled výsledků výzkumu odboru obrábění](#)
- [Přehled výsledků výzkumu odboru slévárenství](#)
- [Přehled výsledků výzkumu odboru tváření](#)
- [Přehled výsledků odboru technologie svařování a povrchových úprav](#)

Patenty:

- [Inovovaný Kirschnerův drát](#)
- [Nový design a technologie inserce kloubních implantátů](#)
- [Výroba ostří, nový způsob odjehlování](#)
- [Solární absorbér se strukturovaným povrchem](#)



Cena TA ČR 2015 - Moderní aerosolové nádoby



Propagační spot NETME Centre

NETME Centre

NETME Centre

# Kontakty

- Pokud máte jakýkoliv dotaz, neváhejte nás kontaktovat:

[doc. Ing. Jan Zouhar, Ph.D.](#)

[Ing. Kamil Podaný, Ph.D.](#)

[Ing. Petra Sliwková, Ph.D.](#)

- Ambassador prvků pro studium:

[Bc. Martin Kasík](#)

- **ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

☎ tel.: +420 54114 2402

@ e-mail: [ust@fme.vutbr.cz](mailto:ust@fme.vutbr.cz)

🌐 web: <http://ust.fme.vutbr.cz>

📷 [www.instagram.com/ust\\_fsi](https://www.instagram.com/ust_fsi)

✉ adresa: ÚST, Technická 2896/2, 616 69 Brno





FAKULTA ústav  
STROJNÍHO strojírenské  
INŽENÝRSTVÍ technologie

Proč jít na ÚST ?

Učíme, jak z myšlenky vyrobit realitu.

Jak využít moderní technologie.

Pojďte mezi nás



...budíte toho součástí