



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

# *Predstavitev študijskih smeri 2. letnik PAP*

Ljubljana, 5. 6. 2024



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

# *Vpisni postopek v 2. letnik Visokošolskega strokovnega študijskega programa 1. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program*

Ljubljana, 5. 6. 2024

# Študijske smeri 2. letnika PAP

---



# Postopek vpisa v 2. letnik PAP - VIS/VPIS/VPISNI LIST

## Izbira študijske smeri

- Izpolnjevanje pogojev za vpis v 2. letnik.
- Le enkrat lahko izberete študijsko smer**, zato vnaprej premislite, katero študijsko smer želite izbrati in kakšen je vaš izbor študijskih smeri **po prioriteten vrstnem redu**.
- Vnesete vašo prvo, drugo in tretjo željo. Za ostale neizbrane študijske smeri pa zapišete prioriteto izbire, lahko pa se odločite, da prepustite izbiro prioritete generatorju naključnega zaporedja (**brez smeri Prometni pilot letala/helikopterja**).
- Zadnji rok za oddajo študijskih smeri je sreda, 11. 9. 2024.** V primeru, da v navedenem roku ne boste izbrali študijske smeri, vpis v 2. letnik ne bo možen!

**PRVI KORAK**

## Izbirni postopek študijske smeri

- V četrtek, 12. 9. 2024**, bomo izvedli izbirni postopek za študijske smeri.
- Pri izbirnem postopku bomo upoštevali:
  - seznam želja in
  - uspeh v 1. letniku študija (povprečna ocena opravljenih obveznosti 1. letnika).
- V petek, 13. 9. 2024**, boste obveščeni o rezultatu izbirnega postopka in **začnete z izbiro izbirnih predmetov**.
- Izbirne predmete izberite iz ponujenih seznamov v skladu z akreditiranim študijskim programom.

**DRUGI KORAK**

## Izbira izbirnih predmetov

- V 2. letniku imate 2 izbirna predmeta, in sicer za vsak predmet vnesete svojo prvo, drugo in tretjo željo. Želje se lahko pri obeh predmetih ponavljajo. Za preostanek neizbranih predmetov zapišete prioriteto izbire ali pa prepustite izbiro prioritete generatorju naključnega zaporedja.
- Premislite vnaprej, katere predmete želite izbrati in kakšen je vaš izbor predmetov po prioriteten vrstnem redu. Svetujemo vam, da si pred izbiro preberete opise predmetov, ki so na voljo na naši [spletni strani](#) in pregledate [urnik](#).
- Zadnji rok za oddajo izbirnih predmetov je sreda, 18. 9. 2024.** V primeru, da v navedenem roku ne boste izbrali izbirnih predmetov, vam bomo dodeli tiste izbirne predmete, pri katerih bodo še prosta mesta.

**TRETJI KORAK**

## Izpolnjevanje vpisnega lista

- V četrtek, 19. 9. 2024**, bomo izvedli izbirni postopek za izbirne predmete.
- Vpisni list** boste lahko začeli **izpolnjevati v petek, 20. 9. 2024**.
- Na vpisnem listu se bodo izpisali vsi obvezni predmeti in izbirni predmeti, ki so vam bili dodeljeni preko izbirnega postopka.
- Ko izpolnite vse podatke na vpisnem listu, jih ponovno dobro preglejte in nato vpisni list oddate s klikom na *Potrditev*. Ko je vpisni list uspešno oddan, se vam na zaslonu izpiše *Vpis je uspešno zaključen*.
- Vpisni list morate oddati najkasneje do torka, 24. 9. 2024!**
- Na osnovi uspešno oddanega vpisnega lista, vas bomo vpisali najkasneje do petka, 27. 9. 2024.

**VPIS KONČAN**



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Prijava v skupine za vaje (pedavalniške in laboratorijske vaje)

## Predmeti zimskega semestra:

Pri vseh predmetih zimskega semestra vas bomo 1. oktobra 2024 **mi razvrstili** v skupine za predavalniške in laboratorijske vaje.

## Predmeti letnega semestra:

V mesecu februarju 2025 se boste **preko aplikacije Studo** pri vseh predmetih letnega semestra **sami vpisovali** v skupine za predavalniške in laboratorijske vaje.





UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)





UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

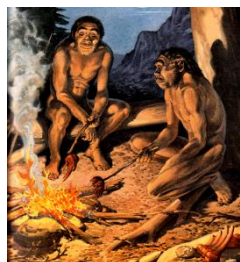
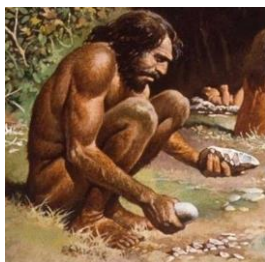
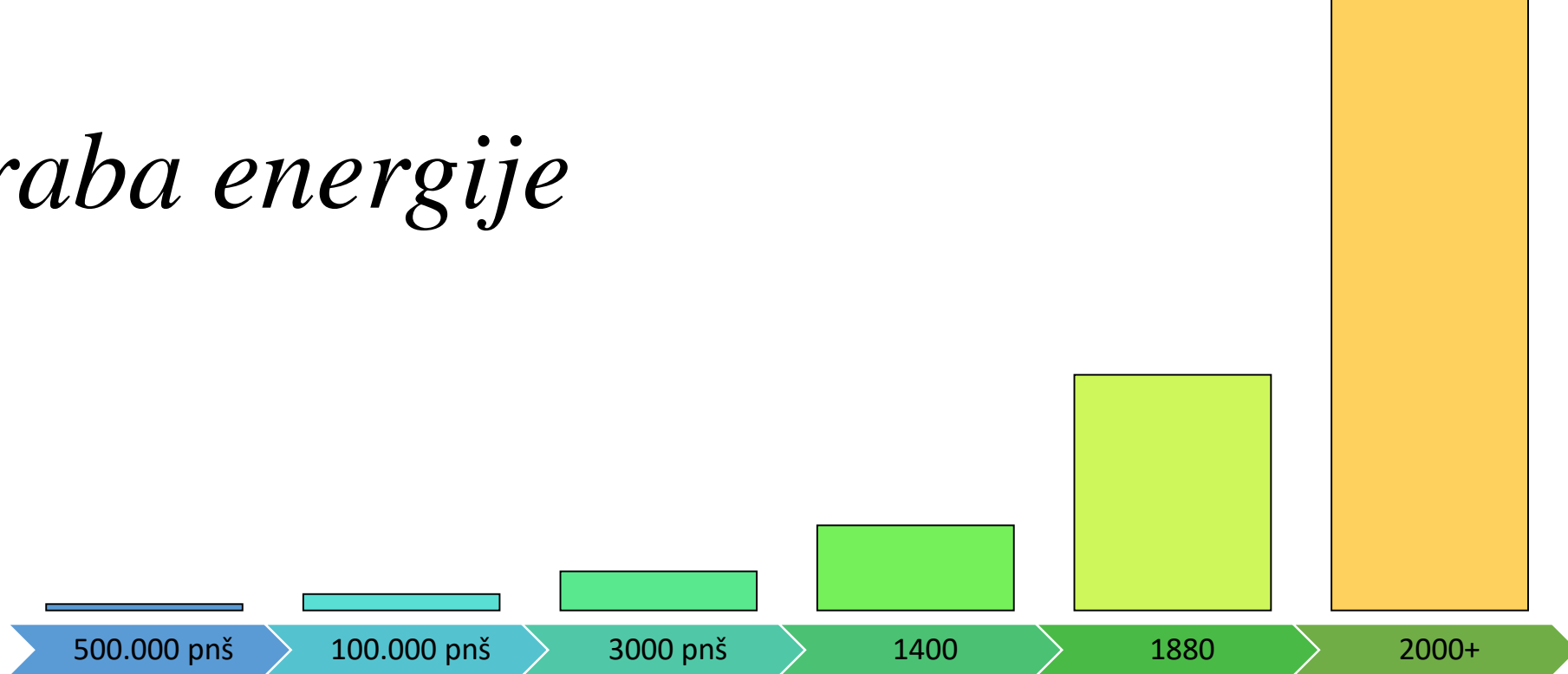
Fakulteta  
za strojništvo

# *Energetsko strojništvo*

**Projektno aplikativni program**

Ljubljana, 4. 6. 2024

# Poraba energije



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# *Preskrba z energijo je pred velikimi izzivi*

KROŽNO OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE  
GOSPODARSTVO GRADNJA NOVE JEDRSKE  
ELEKTROMOBILNOST ELEKTRARNE?  
RECIKLIRANJE KRITIČNIH SUROVIN ENERGETSKA UČINKOVITOST  
ODVISNOST OD RUSKEGA PLINA

## VODIK

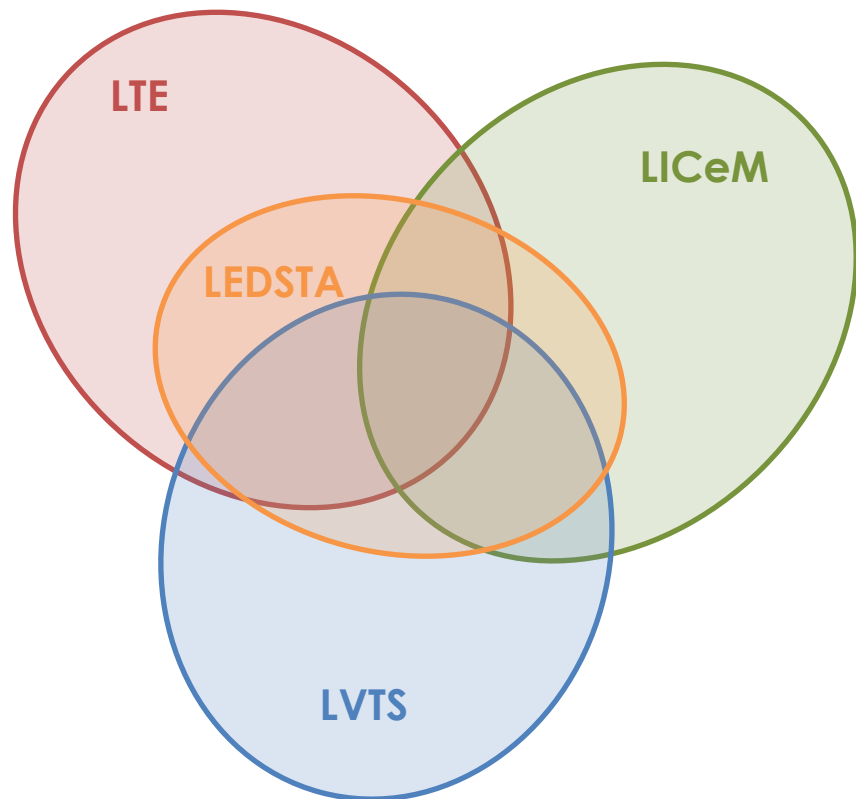
**Energetska tranzicija bo zahtevala dobro izobražene  
kadre, ki razumejo izzive in jih znajo reševati!**



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Katedra za energetska strojništvo*



- električna vozila
- pridobivanje **električne energije** in toplote iz primarnih virov
- **vodikove tehnologije** in preizkušanje jedrnih komponent (gorivna celica, elektrolizer)
- bazične raziskave **kavitacije** in njena uporaba za čiščenje voda
- **analiza okoljskih vplivov** materialov, procesov in tehnologij - LCA
- meritve v akustiki in **zmanjševanje hrupa** strojev, naprav, procesov
- **soproizvodnja** toplote in elektrike

## Laboratorij za termoenergetiko

- pridobivanje električne energije in toplote iz primarnih virov
- industrijska energetika, trajnostna raba energije, energetske pregledi
- okoljski vplivi pridobivanja in rabe energije in analiza življenjskih ciklov
- ekonomski kazalniki, učinki ukrepov v energetiki in industriji, trgovanje z energijo
  - elementi pametnih energetskih omrežij
  - vodikove tehnologije
  - sektorska povezovanja

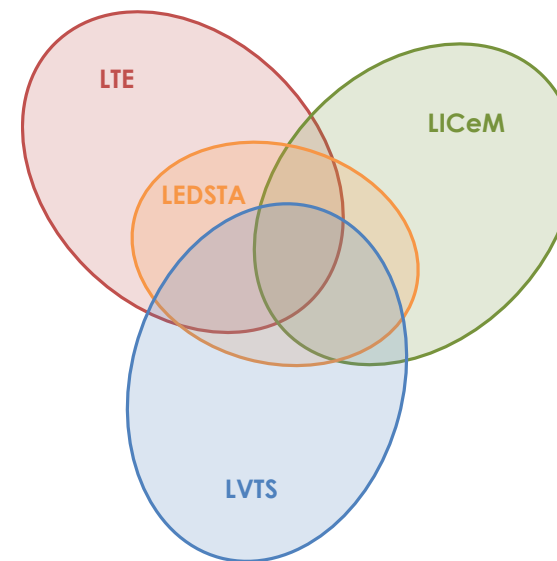
Kontakt:

**prof. dr. Mihael Sekavčnik**

mihael.sekavcnik@fs.uni-lj.si

telefon 01 4771 303

soba 306



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

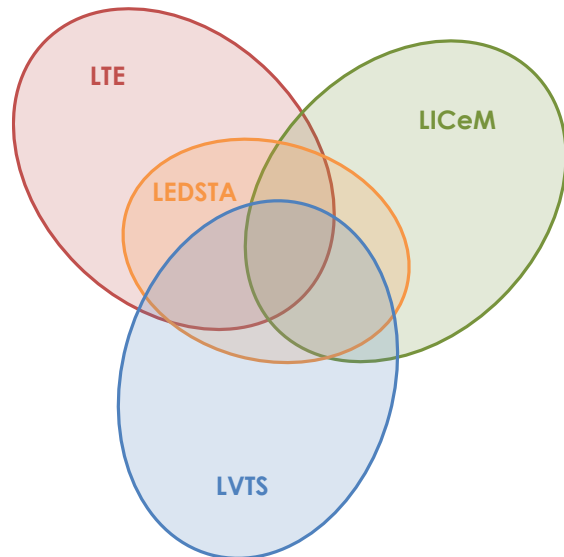
Kontakt:

**prof. dr. Tomaž Katrašnik**

tomaz.katrasnik@fs.uni-lj.si

telefon 01 4771 305

soba 305



## Laboratorij za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost

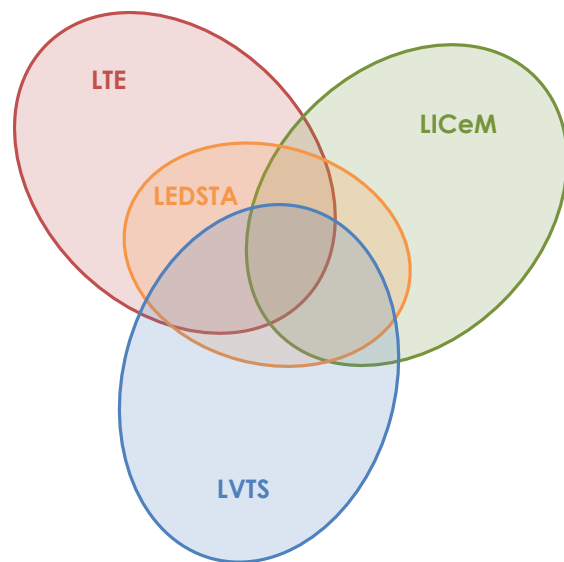
- motorji z notranjim zgorevanjem,
- alternativna goriva
- izpusti onesnažil
- hibridni pogonski sistemi vozil,  
električna vozila
- gorivne celice
- baterije
- soproizvodnja toplote in elektrike
- numerično modeliranje  
sistemov in komponent



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo





Kontakt:

**prof. dr. Marko Hočevar**

marko.hocervar@fs.uni-lj.si

telefon 01 4771 790

soba N4

## Laboratorij za vodne turbinske stroje

- razvoj in uporaba turbinskih strojev (ventilatorji, črpalke, turbine, prečrpovalne turbine)
- bazične raziskave kavitacije
- vpliv kavitacije na kontaminante in čiščenje vode
- razvoj naprav bele tehnike
- proizvodnja kamene volne

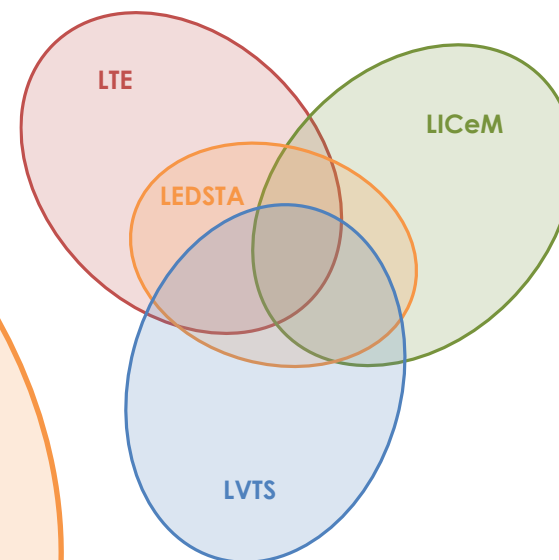


**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

## Laboratorij za energetske delovne stroje in tehnično akustiko

- obvladovanje proizvodnje in priprave komprimiranega zraka kot nosilca energije
- načrtovanje in optimizacija energetskih delovnih strojev (kompresorji, vakuumske črpalke, ventilatorji)
- digitalna obdelava signalov v energetskem strojništvu in uporaba algoritmov umetne inteligence za klasifikacijo dogodkov.
  - meritve v akustiki in zmanjševanje hrupa strojev, naprav, procesov
  - hrup na delovnem mestu in v okolju



Kontakt:

**izr. prof. dr. Jurij Prezelj**

[jurij.prezelj@fs.uni-lj.si](mailto:jurij.prezelj@fs.uni-lj.si)

telefon 01 4771 443

soba N27



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Sodelovanje z industrijo, EU in ARRS projekti in sodelovanje študentov



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Predmeti na energetske smeri?*

1. letnik		2. letnik – Energetsko strojništvo		3. letnik – Energetsko strojništvo	
1. semester	2. semester	1. semester	2. semester	1. semester	2. semester
Analiza	Navadne diferencialne enačbe in linearna algebra	Mehatronika in krmilna tehnika	Energetski stroji in naprave	Hidro in vetrni energetske sistemi	Razvojni postopki v strojništvu
Tehniška fizika	Tehnologije v proizvodnji 1	Strojni elementi 1	Merilni praktikum	Motorji z notr. zgor. in elektromobilnost	
Elektrotehnika in elektronika	Računalniško modeliranje geometrije	Metodika konstruiranja	Uvod v akustiko	Trajnostne tehnologije v energetiki	
Kovinski materiali	<b>Termofluidika</b>	Tehnologije v proizvodnji 2	Termo in jedrski energetske sistemi	Sistemi komprimiranih medijev in vakuuma	Praksa
Statika in trdnost	Nekovinski materiali	Vzdrževanje	Eksperimentalne metode v energetskem strojništvu	Splošni izbirni predmet 2	
Tehnično risanje	Dinamika	<b>Prenos toplote in snovi</b>	Strokovni izbirni predmet S01	Splošni izbirni predmet 3	Diplomska naloga
	Splošni izbirni predmet 1	Osnove programiranja	Izbirni predmet 01	Strokovni izbirni predmet S02	
				Strokovni izbirni predmet S03	







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)





UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

# Procesno strojništvo

Katedra za toplotno in  
procesno tehniko

Katedra za dinamiko  
fluidov in termodinamiko

Katedra za toplotno in  
okoljsko tehniko



LFDT



LOTZ - Laboratorij za okoljske tehnologije  
v zgradbah



Laboratorij za Ogrevalno, Sanitarno in  
Solarno Tehniko ter Klimatizacijo

# Procesno strojništvo



LABORATORIJ ZA  
DINAMIKO FLUIDOV IN  
TERMODINAMIKO

prof. dr. Božidar Šarler



prof. dr. Andrej Kitanovski



Laboratorij za toplotno tehniko  
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

prof. dr. Iztok Golobič



izr. prof. dr. Jože Kutin



LOTZ - Laboratorij za okoljske  
tehnologije v zgradbah

prof. dr. Sašo Medved



Laboratorij za Ogrevanje, Sanitarno in  
Solarno Tehniko ter Klimatizacijo

izr. prof. dr. Uroš Stritih



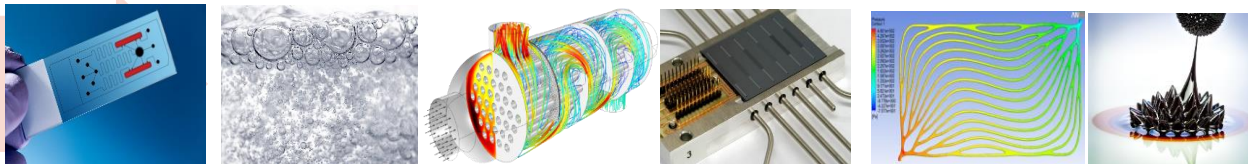
FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Procesno strojništvo

DINAMIKA  
TEKOČIN IN  
TRANSPORTNI  
POJAVI



OHLAJEVANJE,  
OGREVANJE,  
PREZRAČEVANJE,  
KLIMATIZACIJA



PROCESNE  
TEHNOLOGIJE



STAVBE, OKOLJE,  
PAMETNA MESTA



OBNOVLJIVI VIRI  
ENERGIJE





# Naši predmeti na PAP študiju

Ime predmeta	Semester	Program	Letnik	Nosilci
Procesni sistemi	L	PAP	2	Iztok Golobič
Energijski in snovni tokovi v industriji	L	PAP	2	Iztok Golobič, Janez Kušar
Vodno okoljsko procesno inženirstvo	Z	PAP	3	Iztok Golobič, Uroš Stritih
Merilni praktikum	L	PAP	2	Jože Kutin
Ekperimentalne metode v energetske strojništvu	L	PAP	2	Jože Kutin, Marko Hočevar
Termofluidika	L	PAP	1	Božidar Šarler
Stavbna fizika in notranje okolje	L	PAP	2	Uroš Stritih, Sašo Medved
Ogrevanje, ohlajevanje, prezračevanje in klimatizacija	Z	PAP	3	Uroš Stritih
Prenos toplote in snovi	Z	PAP	2	Andrej Kitanovski
Solarni inženirig	Z	PAP	3	Sašo Medved, Andrej Kitanovski
Hladilna tehnika in toplotne črpalke (PAP)	L	PAP	2	Andrej Kitanovski
Energetska oskrba mest	Z	PAP	3	Andrej Kitanovski, Sašo Medved



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Naši raziskovalni partnerji



# Naši industrijski partnerji

**gorenje**group

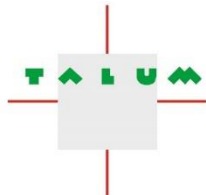
**KRONOTERM**

**KROHNE**

**BADOTHERM**



**BRINOX**  
procesni sistemi



**BOSSPLAST**

**PETROL**

**ABB**

**Trimo**

**M SORA**



**METRONIK**



**Kn**



**energetika ljubljana**



**DANIELI AUTOMATION**

**ŠTOREQSTEEL**



**Melamin**



# Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu



Izobraževalno in razvojno-raziskovalno delo na področju meroslovja

- celovito obvladovanje merilnih sistemov in procesov, obvladovanje kakovosti eksperimentalnega dela
- raziskave in razvoj merilnih sistemov za pretoke tekočin, tlak, temperaturo, relativno vlažnost ipd.
- ISO/IEC 17025 akreditiran laboratorij
- sodelovanja z domačimi in tujimi meroslovnimi inštituti (NMI) in drugimi raziskovalnimi meroslovnimi laboratoriji, izdelovalci in uporabniki procesne merilne opreme, akreditiranimi laboratoriji in akreditacijskimi službami
- v nadaljevanju je nekaj aktualnih področij razvojno-raziskovalnega dela laboratorija LMPS, na katerih je mogoče opravljanje zaključnih nalog, pa tudi drugih oblik študentskega sodelovanja

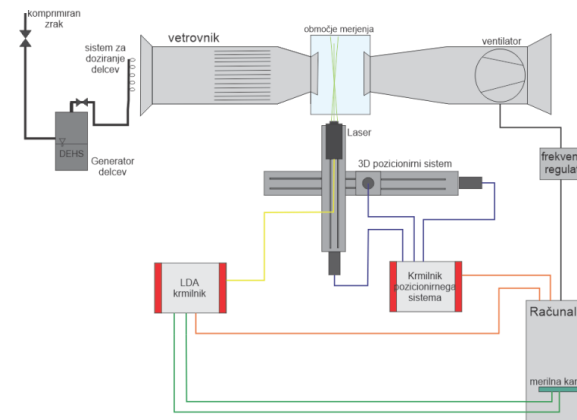
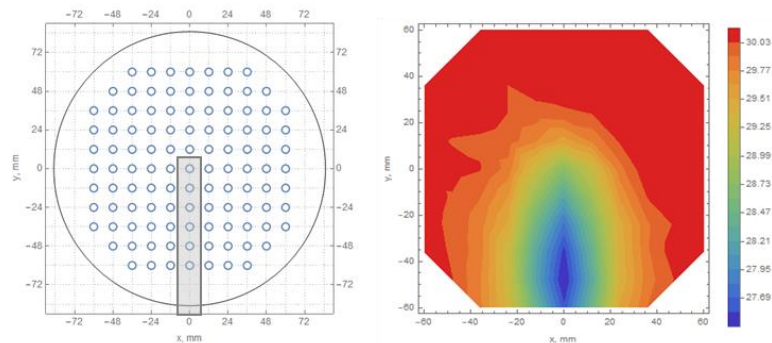
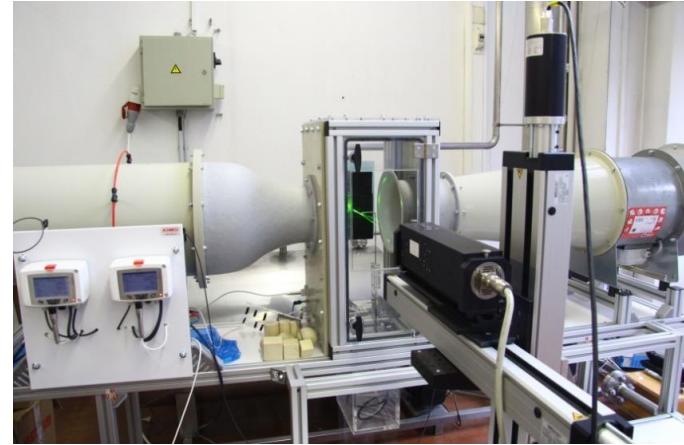


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

## Raziskave in razvoj na področju meroslovja hitrosti zraka

- meroslovna sledljivost in merilna negotovost laserskega primarnega etalonskega merilnega sistema (LDA)
- zastojni vplivi različnih principov in izvedb potopnih merilnikov hitrosti zraka
- avtomatizacija merilnega sistema





# Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu



Raziskave in razvoj na področju meroslovja pretoka plina

- vplivni dejavniki na merilno negotovost primarnega gravimetričnega etalona za pretok plina
- merilne metode za merjenja pretoka različnih tehničnih in medicinskih plinov (zrak, kisik, ..., vodik)
- preskušanje tesnosti, pretoki puščanja

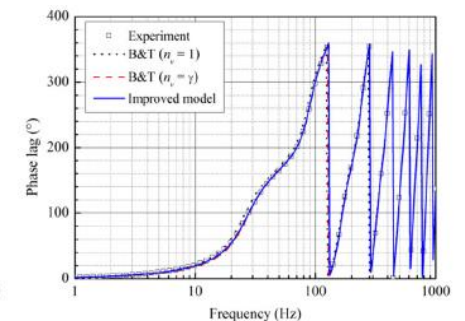
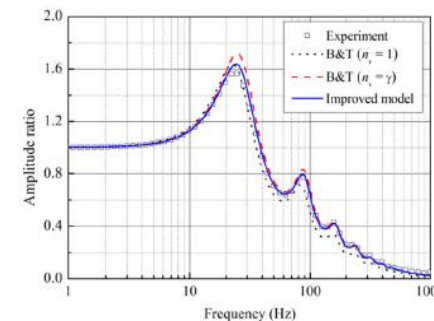


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

## Raziskave in razvoj na področju merilne dinamike tlaka

- primarni etalon za dinamične tlačne spremembe z udarno cevjo, spremenljivo prostornino
- dinamične lastnosti tlačnih povezovalnih elementov
- frekvenčna analiza signalov, identifikacija frekvenčne prenosne funkcije





# Laboratorij za toplotno tehniko



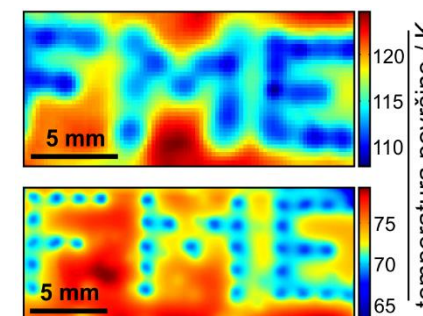
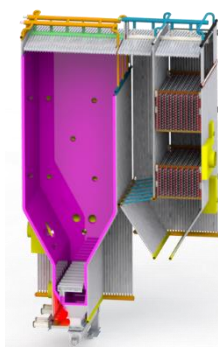
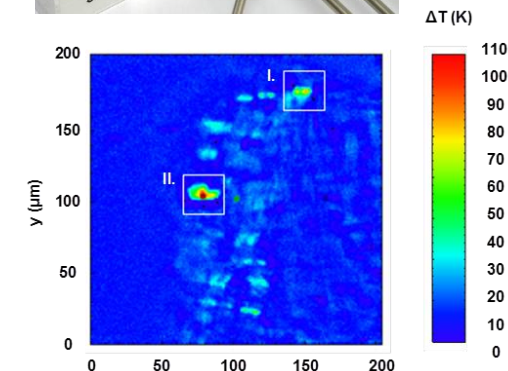
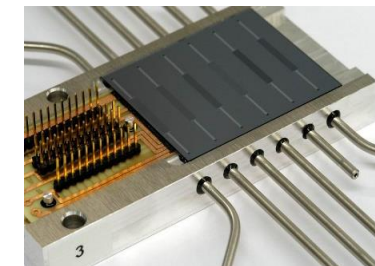
preučevanje prenosa toplote na makro, mikro in nano nivoju v različnih pogojih

razvoj površin za izboljššan prenos toplote

procesne in okoljske tehnologije

analize in meritve s hitrotekočimi kamerami pri preizkušanju/razvoju obrambnih sistemov

modeliranje, razvoj in optimizacija kompleksnih procesnih sistemov



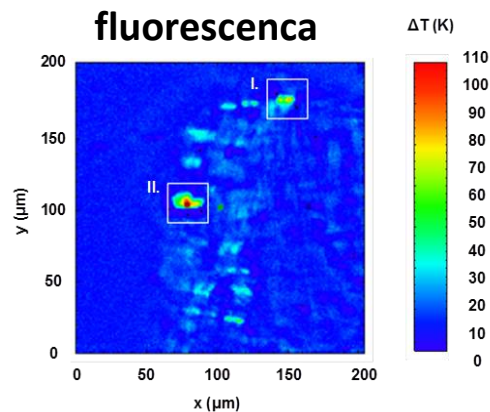
# Laboratorij za toplotno tehniko



Preučevanje prenosa toplote na makro, mikro in nano nivoju v različnih pogojih

Merjenje temperature s pomočjo:

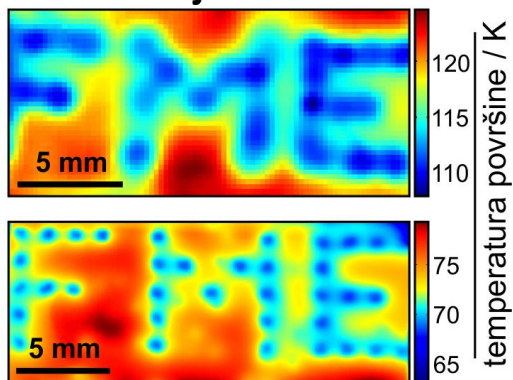
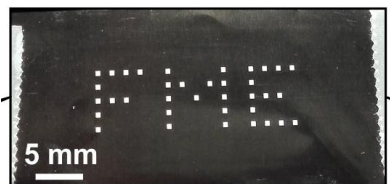
- fluorescence (submikronska ločljivost)
- IR termografije (mikronska ločljivost)
- integriranih MEMS senzorjev



Razvoj funkcionaliziranih površin za izboljšan prenos toplote

**vrenje vode**

**funkcionalizirana površina**



**testiranje v  $\mu$ -gravitaciji**



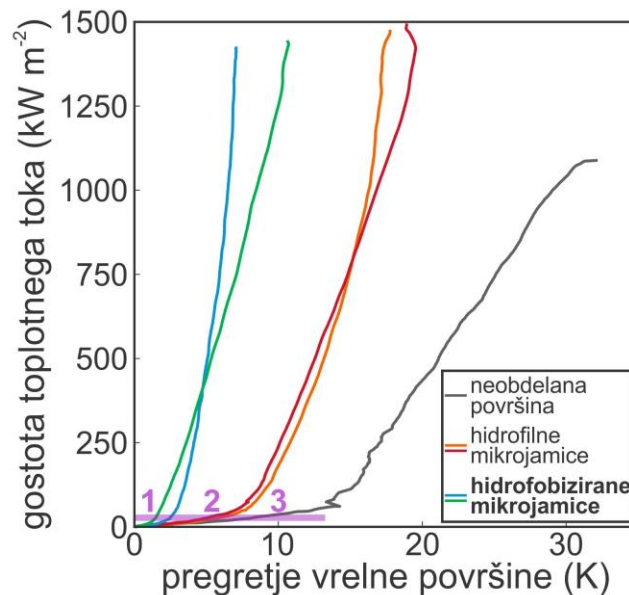
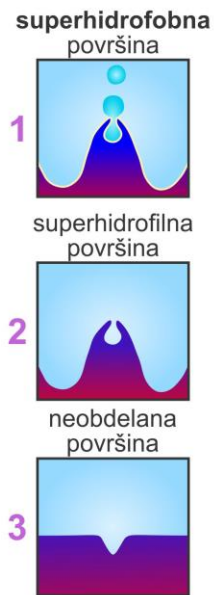
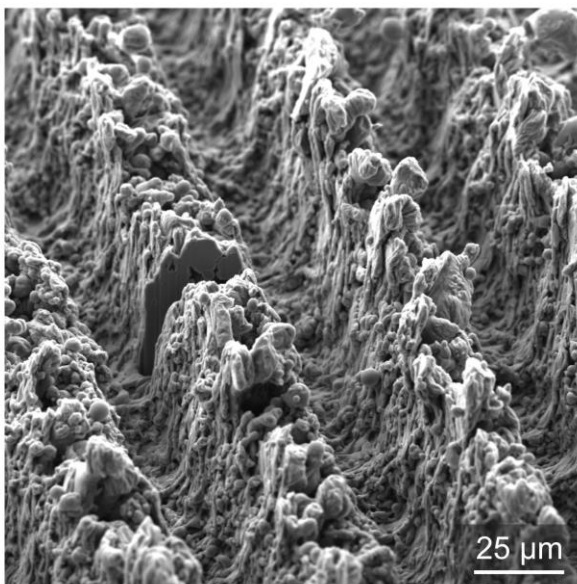
Sodelovanje s pomembnimi svetovnimi raziskovalnimi institucijami



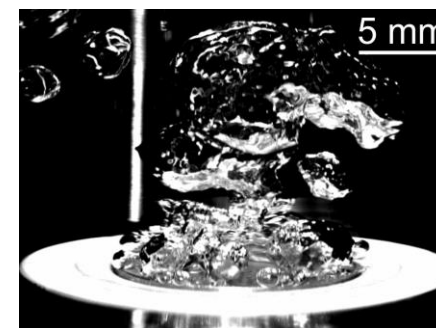


Raziskave pristopov k izboljšanju prenosa toplote pri vrenju

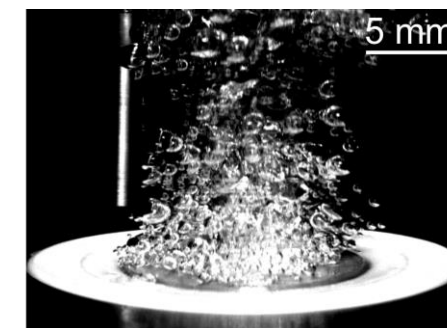
## lasersko strukturirane površine



## samoomočljivi fludi

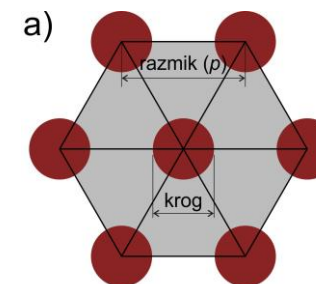


vrenje čiste vode na bakreni površini



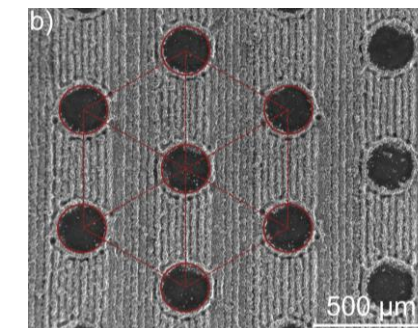
vrenje vode z dodatkom 3,0 wt.% n-butanola

## bifilne površine



superhidrofilno lasersko strukt. območje

superhidrofobna okrogla mesta s HTMS prevleko





# Laboratorij za toplotno tehniko

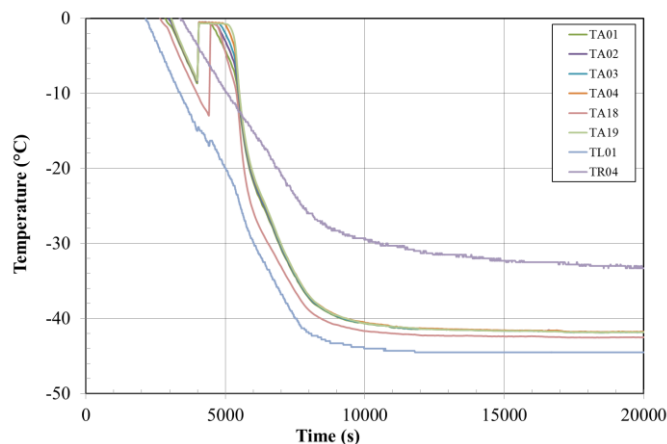


## Modeliranje, razvoj in optimizacija kompleksnih procesnih sistemov

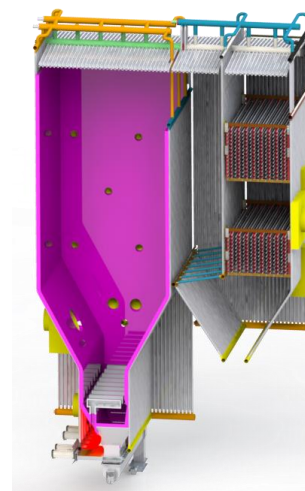
### Razvoj naprave za nanofiltracijo PAE smol



### Optimizacija liofilizacije farmacevtskih produktov



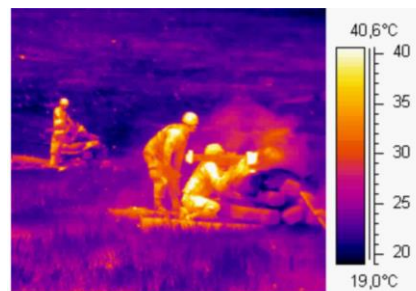
### Modeliranje zgorevanja v vrtničnem sloju



### Sodelovanje s pomembnimi industrijskimi partnerji – možnost zaposlitve!



### Analize in meritve s hitrotekočimi kamerami pri preizkušanju/razvoju obrambnih sistemov





## **PODROČJE RAZISKAV IN RAZVOJA**

**Eksperimentalna in računalniška dinamika tekočin ter termodinamika različnih inženirskih sistemov.**

## **PEDAGOŠKO DELO NA II. STOPNJI**

**Računalniška dinamika tekočin, Večfazni sistemi**

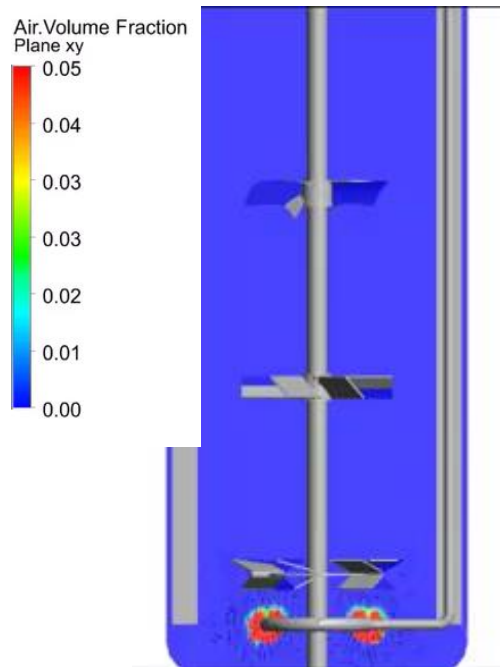
## **PODROČJA TEM MAGISTRSKIH NALOG IN ŠTUDENTSKEGA RAZISKOVALNEGA DELA**

- Računalniška simulacija toka tekočin v različnih inženirskih sistemih od npr. proizvodnje sladoleda do ulivanja 100 tonskih ingotov
- Simulacija procesov od vhodne surovine do končnega polizdelka za aluminijско in jeklarsko industrijo: elektroobložna peč, razni tipi ulivanja, valjanje, iztiskanje, toplotna obdelava
- Razvoj brez mrežnih numeričnih metod za širok spekter inženirskih problemov. Problemi na več - nivojih in sklopljeni problem, npr. vpliv elektromagnetnega polja ali ultrazvoka na tok tekočine
- Eksperimenti in simulacije mikro-curkov ter razvoj novih tipov mikro-šob (meritve hitrosti, temperature, dolžine, debeline...)
- Simulacije in eksperimentiranje na področju zamrzovanja bioloških snovi
- Eksperimentalne raziskave gibanja vključkov v kokili pri kontinuirnem ulivanju
- Aglomeriranje odpadnega mulja (tehnološki postopek, ustrezna izvedba naprave)
- Dispergiranje plina v mešalni napravi na meji poplavnega stanja
- Izvedba mešanja tekočin z reološko kompleksnejšimi snovmi

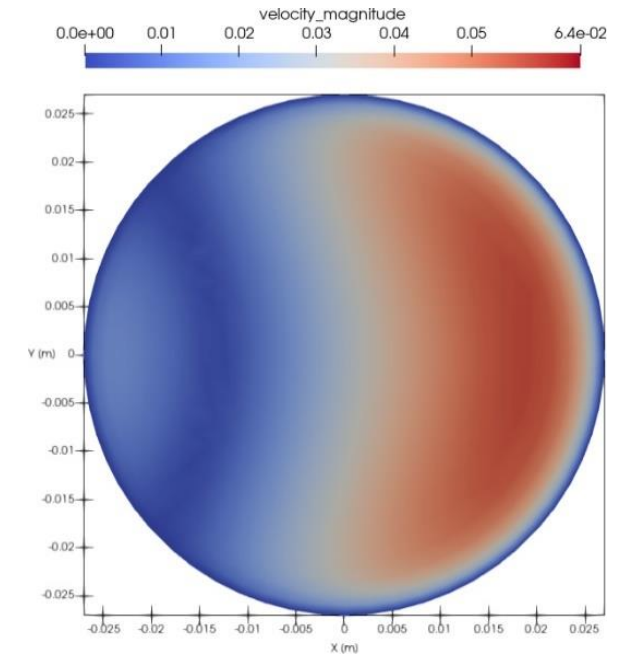
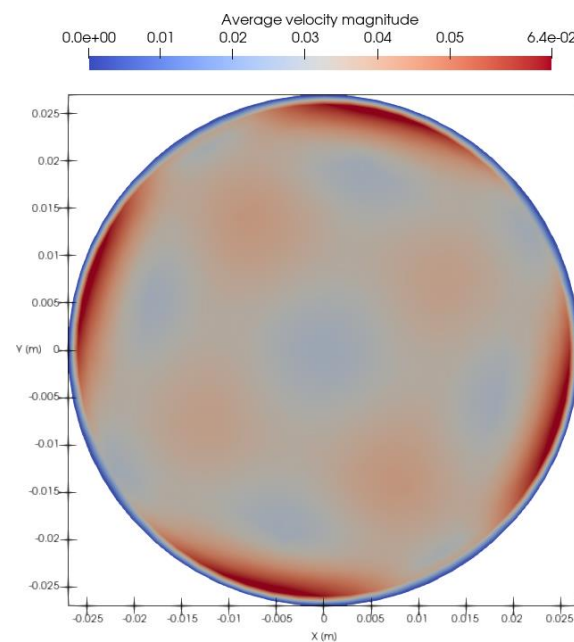


## PROJEKTI

Mešanje kapljev in sočasnim dispergiranjem plina v fermentorju (LEK, Slovenija)



Simulacija vplivanja elektromagnetnega polja na strjevanje - sodelovanje s šstore-Steel in SMS group

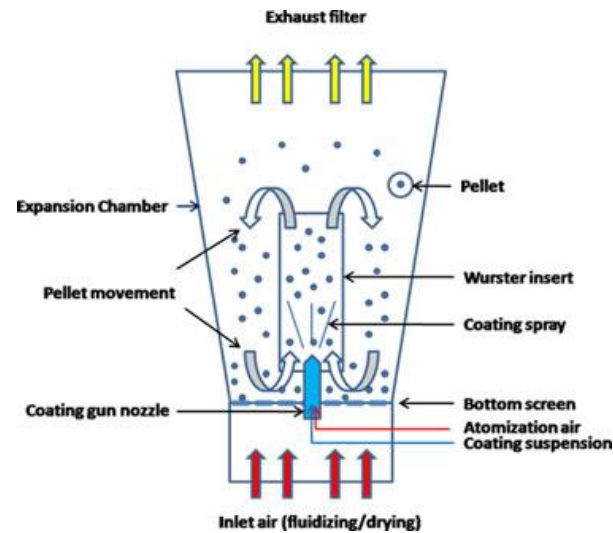






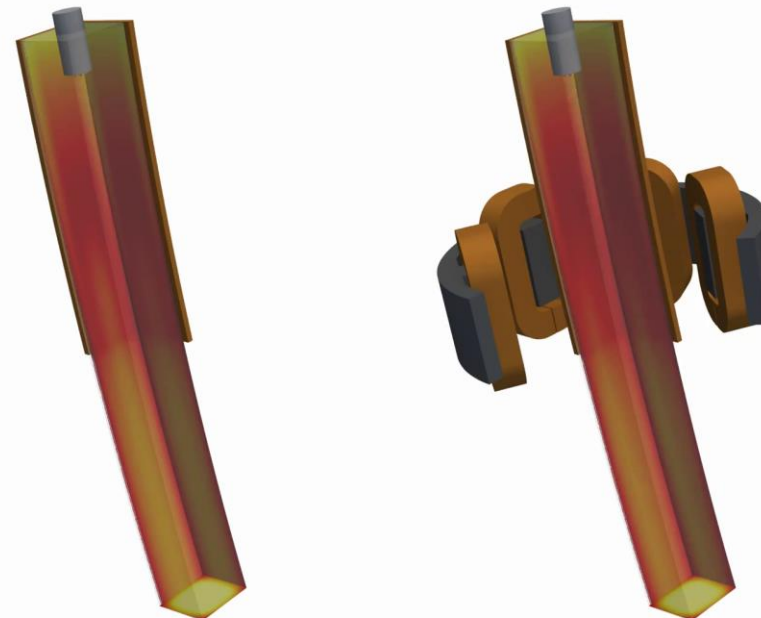
## PROJEKTI

Razvoj in optimizacija procesne naprave za oblaganje in granuliranje delcev (**Brinox**, Slovenija)



**BRINOX**<sup>®</sup>  
procesni sistemi

Razvoj različnih simulacijskih sistemov za ulivanje na podlagi **brezmrežnih metod**



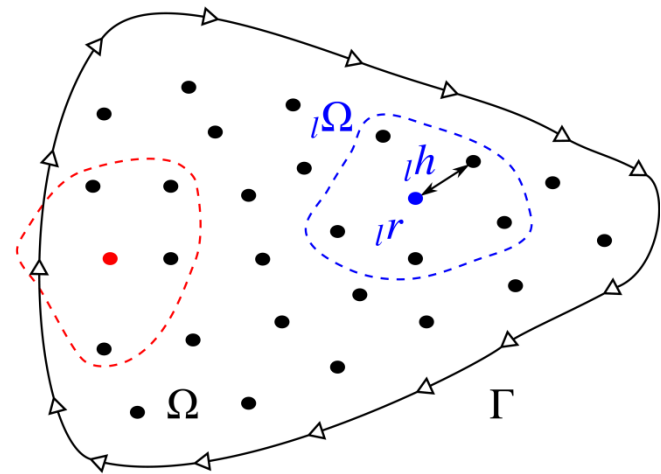
- Impol
- Štore Steel
- Xiwang (Kitajska)



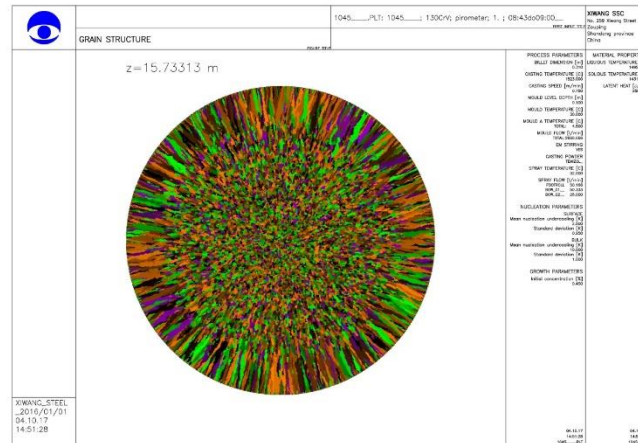


## PROJEKTI

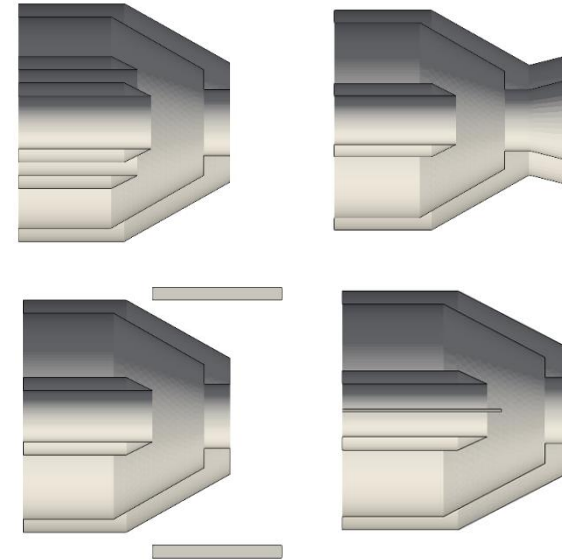
Razvoj nove generacije  
brezmrežnih numeričnih metod



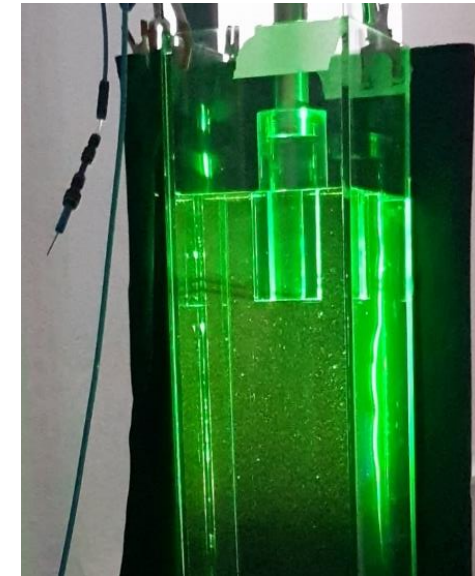
Brezmrežne simulacije mikrostrukture  
jeklenih ulitkov za  
Xiwang Special Steel Company, Kitajska



Razvoj nove generacije mikro-šob.



Model industrijske naprave  
za kontinuirno ulivanje v  
naravni velikosti



# Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah - LOTZ

<http://ee.fs.uni-lj.si/>



Raziskave in razvoj tehnologij za učinkovito rabo energije ter izkoriščanje obnovljivih virov v stavbah.

Področja raziskav:

- ▶ optimiranje delovanja nizko eksergijskih sistemov aktivnega naravnega ogrevanja, hlajenja in osvetlitve stavb;
- ▶ razvoj in modeliranje sistemov za pretvarjanje sončne energije za ogrevanje in hlajenje nZEB in NZEB;
- ▶ modeliranje toplotnega okolja v stavbah in presoja vplivov notranjega okolja na počutje in storilnost;
- ▶ oblikovanje in modeliranje mestnega okolja na osnovi principov zmanjševanja mestnih in uličnih toplotnih otokov.

Pedagoško delo laboratorija na programu MAG:

▶ **Solarne tehnologije**

▶ **Pametna mesta**

Kje smo:

FS Dvorišna stavba



„Celica“, Trnovo



In-situ LAB, Gameljne



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

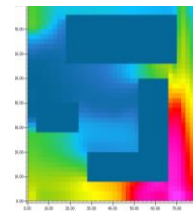
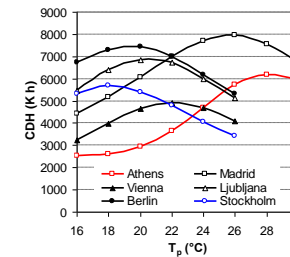
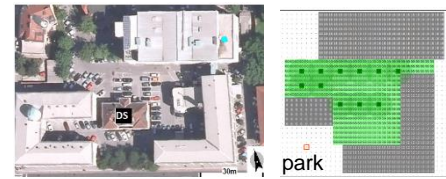
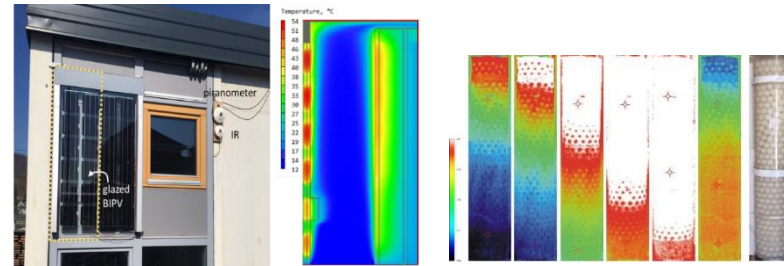
# Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah - LOTZ

<http://ee.fs.uni-lj.si/>

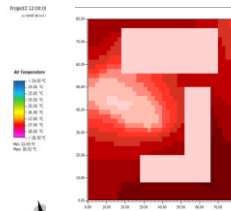


Aktualni raziskovalni/razvojni projekti LOTZ, pri katerih lahko sodelujete:

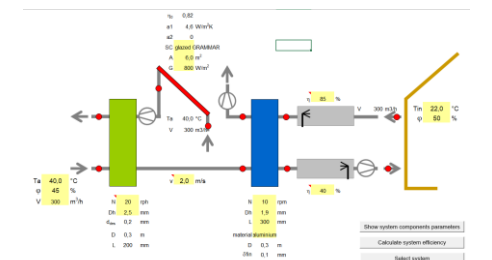
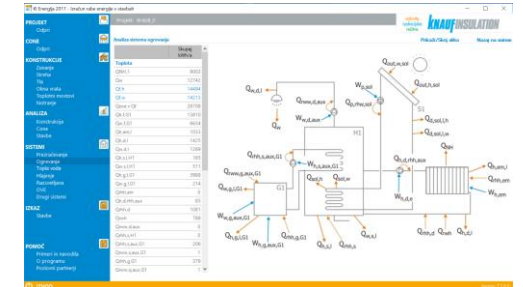
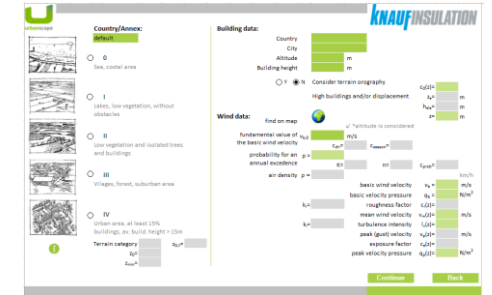
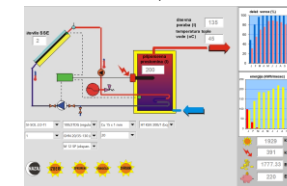
- ▶ raziskave in razvoj pametnih stavbnih decentralnih sistemov za energijsko samooskrbo z uporabo sončne energije;
- ▶ dinamično modeliranje toplotnega odziva stavb, naravnega ogrevanja, hlajenja in osvetlitve;
- ▶ okoljska presoja stavb ter uvajanje metod certificiranja stavb;
- ▶ raziskave mikroklimе in ukrepov blaženja mestnih toplotnih otokov;
- ▶ razvoj programskih orodij za industrijske partnerje.



temperature



onesnaženost zraka





# Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah - LOTZ

<http://ee.fs.uni-lj.si/>



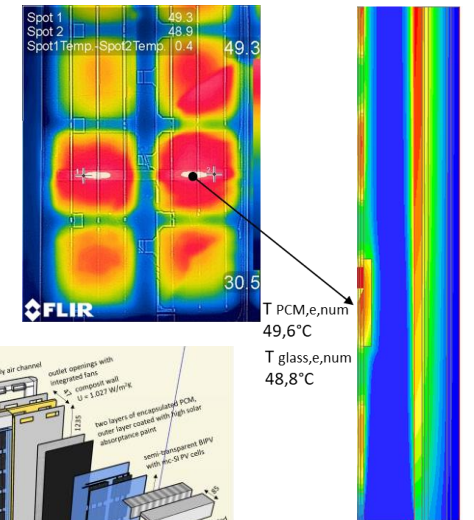
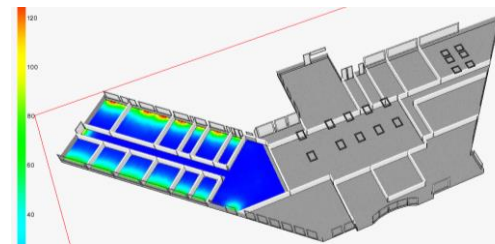
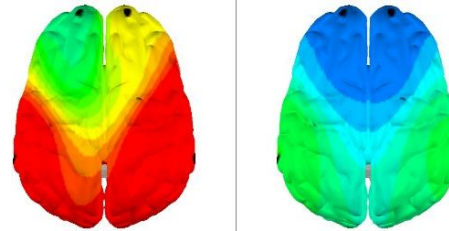
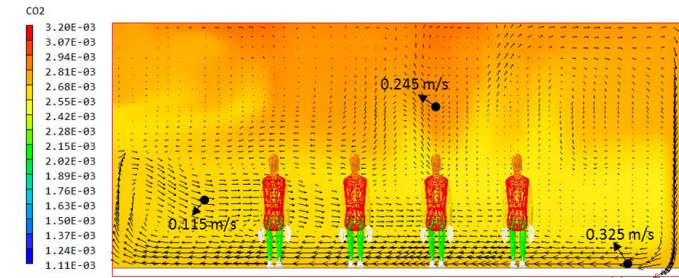
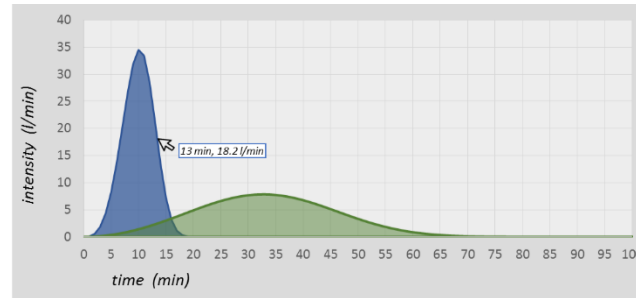
Aktivni raziskovalni projekti LOTZ, pri katerih lahko sodelujete:

➤ EUREKA – uravnavanje vodnega kroga v ozelenjenih gradnikih stavb in mest s shranjevanjem nevihtnih vod;

➤ modeliranje naravnega hlajenja s hibridnim prezračevanjem z adaptivnimi algoritmi na osnovi toplotnega odziva in onesnaženosti zraka v stavbah;

➤ raziskava vpliva več-področnih kazalnikov notranjega okolja na storilnost na osnovi fiziološkega odziva uporabnikov;

➤ uvajanje BIM računalniških orodij pri modeliranju skoraj-nič energijskih stavb in stavbnih sistemov.





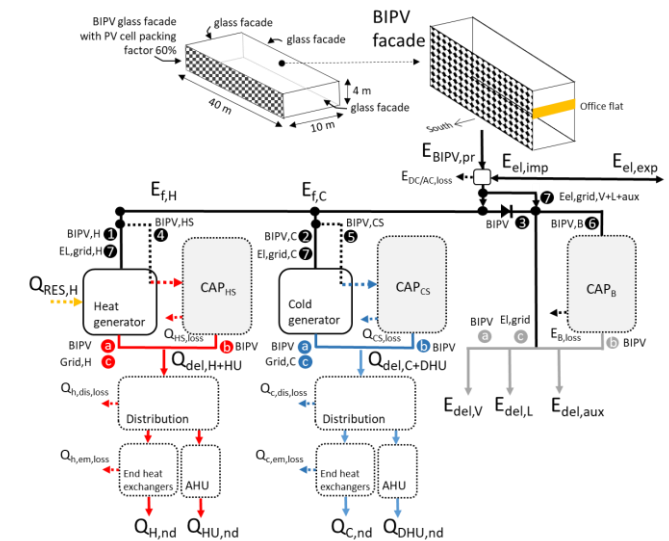
# Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah - LOTZ

<http://ee.fs.uni-lj.si/>



Ponudbe za raziskovalno delo / teme zaključnih del:

- ▶ razvoj aplikacij za pametne stavbne sisteme HomeKit (iOS, Android);
- ▶ razvoj, v stavbni ovoj integriranih, večnamenskih solarnih tehnologij;
- ▶ razvoj računalniških orodij za kazalnike skoraj nič energijskih stavb;
- ▶ raziskave vpliva ozelenjenih gradnikov na mikroklimatske razmere v mestih;
- ▶ eksperimentalne raziskave in razvoj modela odtoka padavin iz zelenih streh ob nevihtnih dogodkih.



# Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko

<https://lahde.fs.uni-lj.si/>



Razvoj novih, alternativnih tehnologij hlajenja, toplotnih črpalk, pretvorbe energij

Optimizacija delovanja gospodinskih aparatov; sušilni stroj, pomivalni stroj, pečica, hladilnik, pralni stroj

Analize, razvoj in optimizacija prenosnikov toplote

Nove metode prenosa/transporta toplote (nano-makro)

Preizkušanje, analize, optimizacija dinamike delovanja energetskih sistemov in naprav (virtualno prototipiranje)

Daljinska energetika



<https://youtu.be/rIXm8mGyy9w>



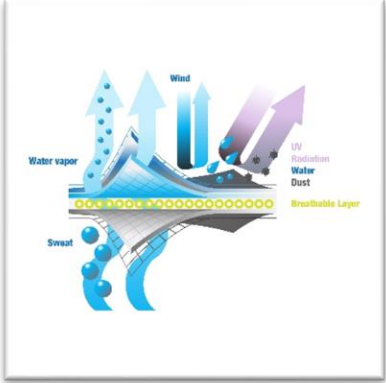
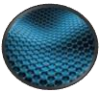
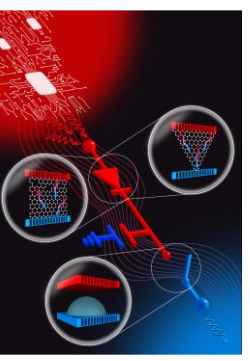
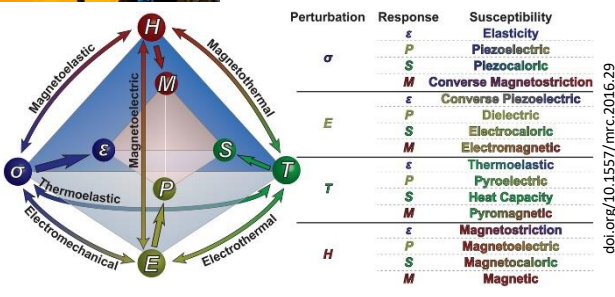
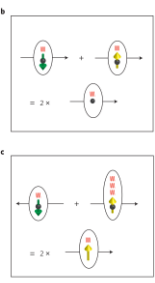
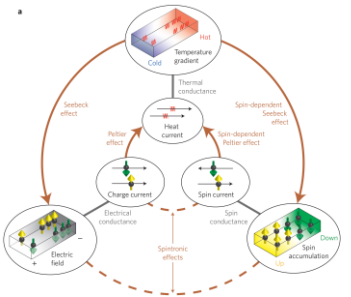


# Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko

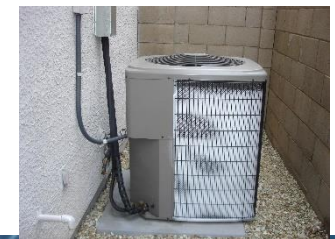
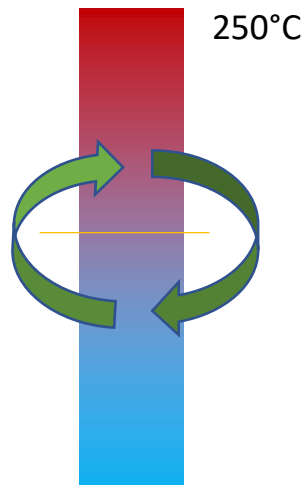


<https://lahde.fs.uni-lj.si/>

## Transportni pojavi



## Hladilna tehnika in toplotne črpalke

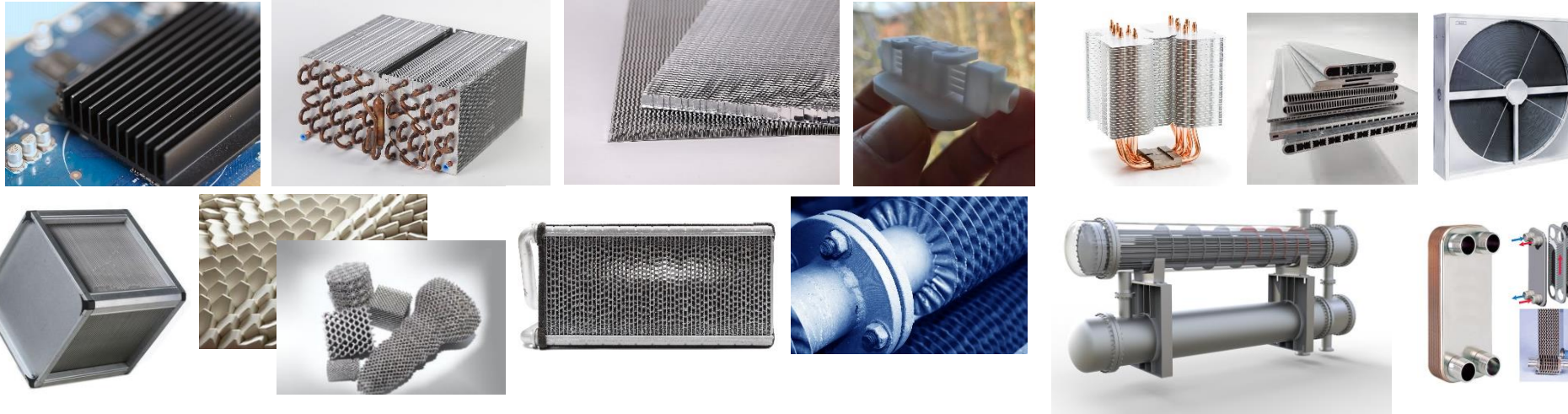




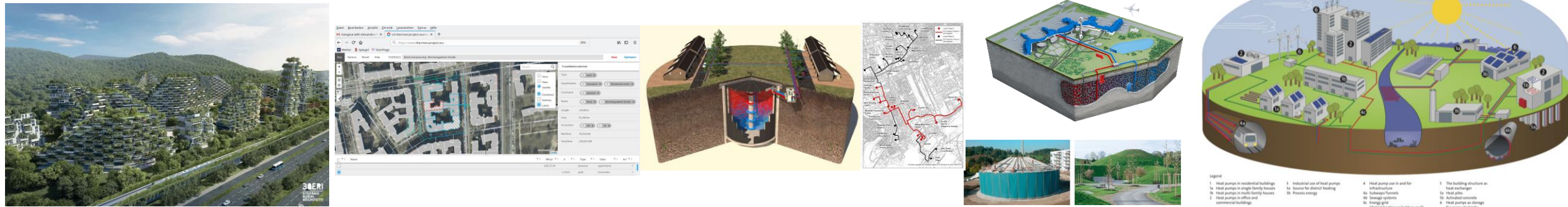
# Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko

<https://lahde.fs.uni-lj.si/>

## Prenosniki toplote



## Pametna mesta





# Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko

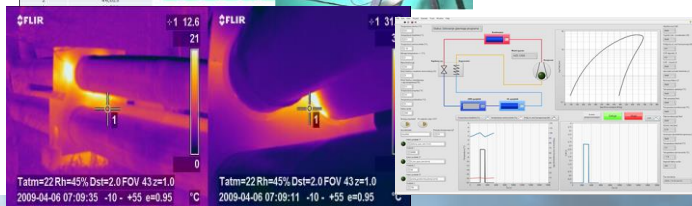
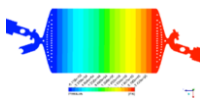
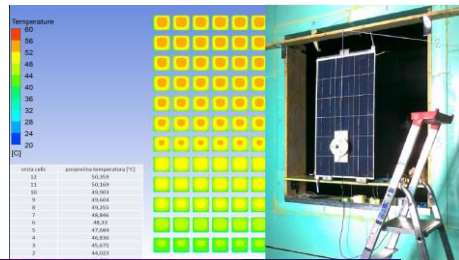
## Naše raziskave in razvoj

<https://lahde.fs.uni-lj.si/raziskovalno-delo/>

[www.youtube.com/watch?v=38ICjwXSQgs&t=35s](http://www.youtube.com/watch?v=38ICjwXSQgs&t=35s)

## Smo močno povezani z gospodarstvom

- Gospodinski aparati
- Prenosniki toplote
- Hlajenje in Toplotne črpalke
- Solarni sistemi
- Daljinska energetika

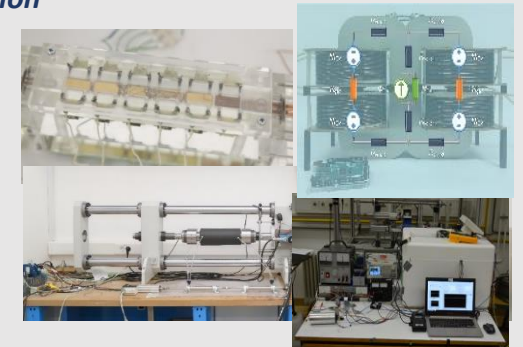


## Smo svetovni nosilci področij

### Trdninske tehnologije hlajenja, toplotnih črpalk in proizvodnje energij

*Solid state cooling, heat pumping and power generation*

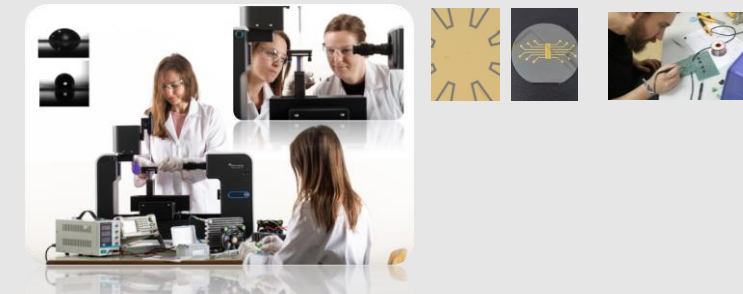
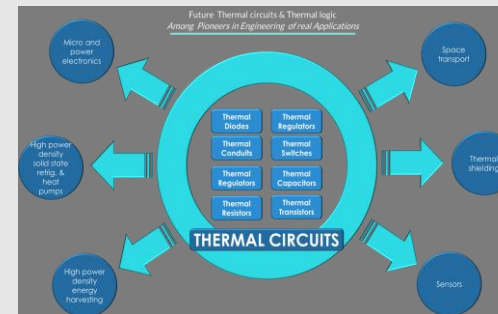
- Magnetokalorika
- Elektrokalorika
- Elastokalorika
- Termoelektrika
- Spinkaloritronika



## Toplotne kontrolne naprave

*Thermal control devices and thermal logics*

Toplotni vodniki, Toplotna stikala, Toplotne diode, Toplotni tranzistorji, Toplotna logična vezja



# Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo



## Pedagoško delo laboratorija:

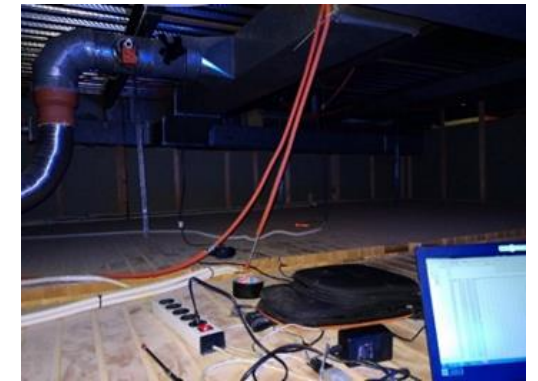
### I.Stopnja

- Stavbna fizika in notranje okolje (PAP)
- Ogrevanje, ohlajevanje, prezračevanje in klimatizacija (PAP)
- Vodno okoljsko procesno inženirstvo (PAP)
- Razvojni postopki v strojništvu (PAP)



### II.Stopnja

- Klimatizacija, ogrevanje, ohlajevanje, prezračevanje
- Raziskave v strojništvu
- Air-conditioning, Heating, Refrigeration, Ventilation (ERAZMUS)



### III.Stopnja

- Ekologija delavnega in bivalnega okolja



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

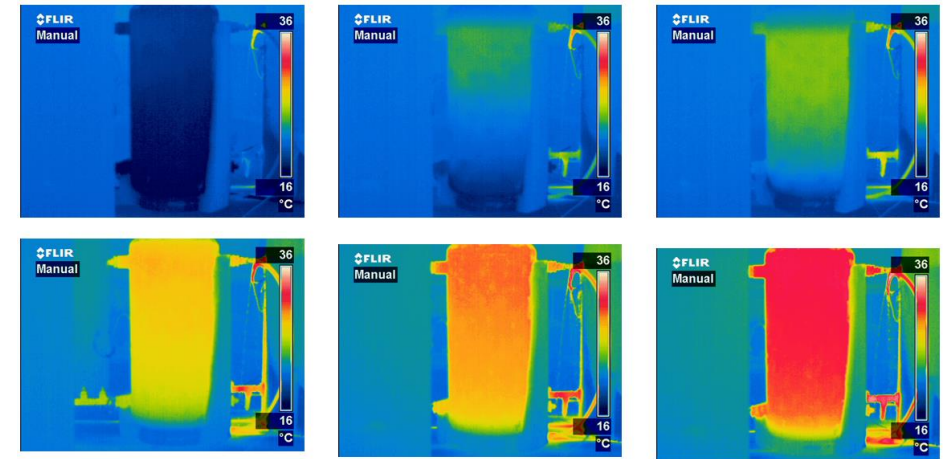
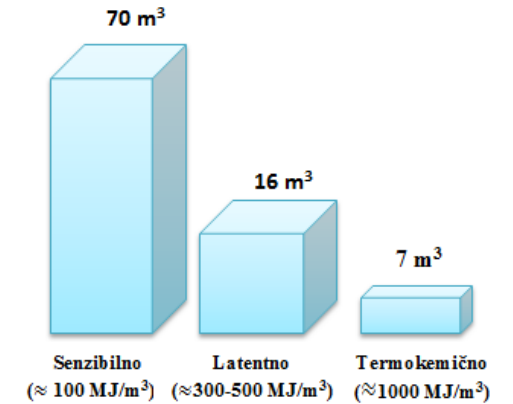


# Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo

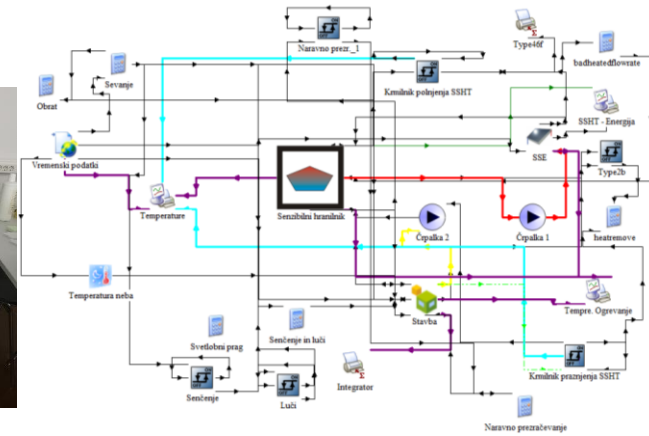
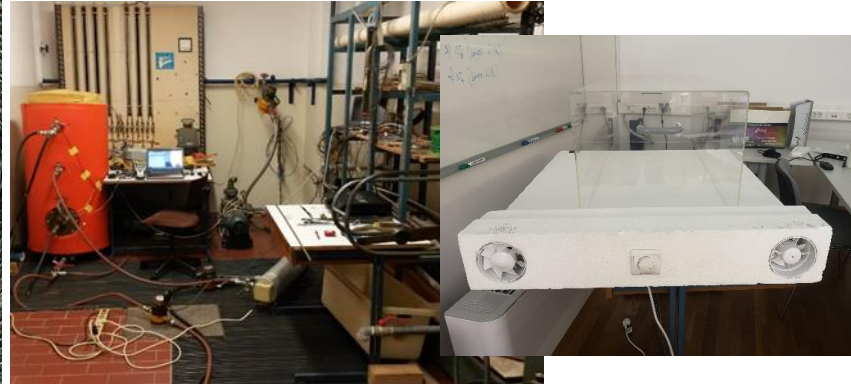
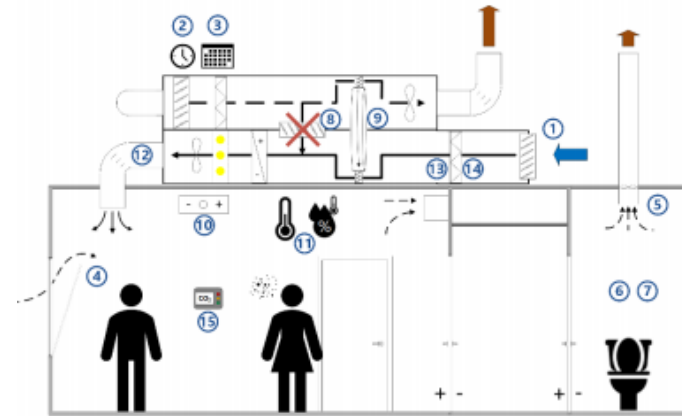
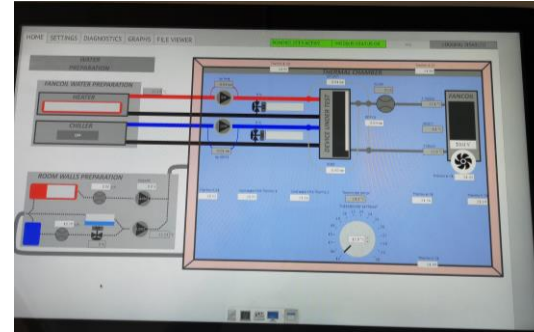
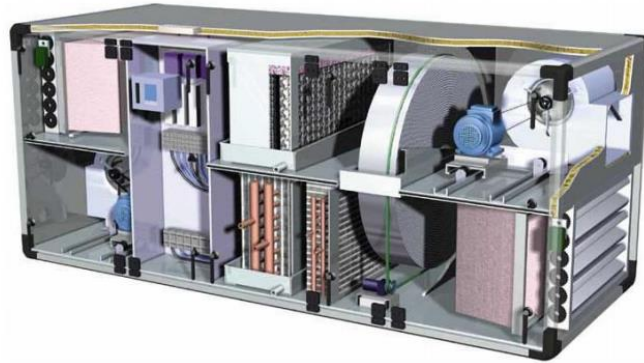
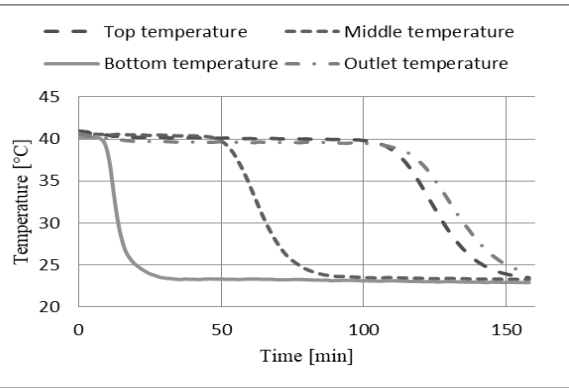


## Raziskovalno in strokovno delo:

- Tehnične smernice, pravilniki, študije (HVAC, vonjave, zdravstveni objekti, izobraževalne ustanove (vrtci, OŠ, ...), ...)
- Ugodje in IAQ v prostoru (notranje okolje)
- HVAC sistemi (analize in izboljšave)
- Shranjevanje energije (senzibilno, latentno, termo-kemično)
- Učinkovita raba energije v stavbah
- Preizkuševanje rekuperatorjev in drugih manjših sistemov
- Uporaba orodji kot so: Trnsys, Ansys, Design Builder, Ursa, ...



# Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo





# *Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo*

## **Teme magistrskih nalog:**

- Vpliv prezračevanja na koncentracijo skupnih hlapnih organskih spojin v notranjem zraku novih in prenovljenih prostorov.
- Učinkovitost filtriranja zunanjega zraka v prezračevalnih in klimatizacijskih napravah.
- Eksergijska analiza nestacionarnega prenosa toplote skozi gradbeno konstrukcijo.
- Gibanje zraka v kabini osebnega vozila.
- Klimatizacija prostorov s hlapilnim hlajenjem

## **Teme v sodelovanju s podjetjem Danfoss Trata d.o.o.:**

- Analiza primerjave kontrole sobne temperature z LIN karakteristiko in LOG karakteristiko ventila pri ogrevanju ali segrevanju (sprememba set temperature, sprememba toplotnih/hladilnih potreb)
- Analiza on/off krmiljenja in zveznega krmiljenja za regulacijo sobne temperature glede na udobje (doseganje dejanske temperature v primerjavi z nastavljeno temperaturo) in  $dT$  v sistemu.



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo





UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)



Dve smeri PAP študija:

*Konstruiranje strojev in naprav /  
Konstruiranje industrijskih sistemov*

Predstavitev smeri za študijsko leto 2024/2025

Ljubljana, 5. 6. 2024



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

# Ideja konstruiranja

*Preplet znanj in kompetenc s  
področja strojništva za razvoj  
novega izdelka*

Znanja za izdelavo  
izdelka

Znanja s področja  
konstruiranja

Osnovna teoretična  
znanja

Nov izdelek



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Kompetence

---

Pridobite **ZNANJA** in **KOMPETENCE**, ki jih smer omogoča:

- ✓ Kompetence za sistematičen razvoj
- ✓ Specialna konstrukcijska znanja
- ✓ Načrtovanje eksperimentov
- ✓ Računalniško modeliranje in analiza proizvodov
- ✓ Optimiranje in vrednotenje konstrukcij
- ✓ Validacija
- ✓ Ekonomika razvoja
- ✓ Fizični prototipi



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Kako osvojiti kompetence*

---

- I. ŠTUDIJ
- II. RAZISKOVALNO DELO V LABORATORIJU
- III. SODELOVANJE Z INDUSTRIJO



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Konstruiranje strojev in naprav (2. letnik)

---



## I. Semester

Mehatronika in krmilna tehnika (Bračun, Diaci; 4 ECTS)

Strojni elementi I (PAP) (Klemenc, Nagode; 5 ECTS)

Metodika konstruiranja (PAP) (Benedičič, Vukašinić; 4 ECTS)

Tehnologije v proizvodnji 2 (Klobčar, Pepelnjak; 5 ECTS)

Vzdrževanje (Majdič, Polajnar, Kalin; 4 ECTS)

Prenos toplote in snovi (Kitanovski; 4 ECTS)

Osnove programiranja (Starman, Halilovič, Mole; 4 ECTS)



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Konstruiranje industrijskih sistemov (2. letnik)

---



## I. Semester

Mehatronika in krmilna tehnika (Bračun, Diaci; 4 ECTS)

Strojni elementi I (PAP) (Klemenc, Nagode; 5 ECTS)

Metodika konstruiranja (PAP) (Benedičič, Vukašinić; 4 ECTS)

Tehnologije v proizvodnji 2 (Klobčar, Pepelnjak; 5 ECTS)

Vzdrževanje (Majdič, Polajnar, Kalin; 4 ECTS)

Prenos toplote in snovi (Kitanovski; 4 ECTS)

Osnove programiranja (Starman, Halilovič, Mole; 4 ECTS)



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Laboratoriji na smeri

Na smeri Konstruiranje boste na konkretnih projektih lahko sodelovali neposredno v laboratorijih in se že v času študija spoznali z različnimi podjetji.



*Tribologija  
in površinska  
nanotehnoLogija*

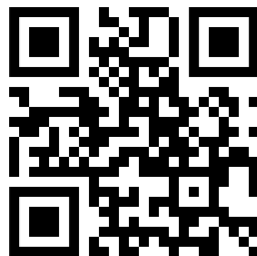
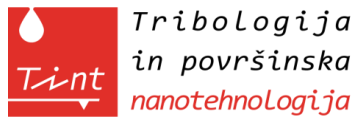


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

prof. dr. Mitjan Kalin

# Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo

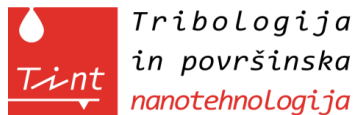


<https://www.tint.fs.uni-lj.si/>



# Raziskovalna področja laboratorija

---

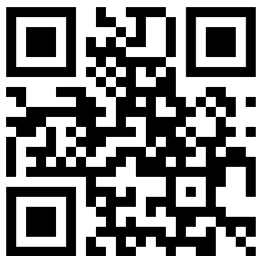


**Razvoj in raziskave.** Mehanizmi trenja, obrabe in mazanja, preučevanje kontaktov, interakcij med mazivi in površinami, polimerni zobniki, nove zdrsne lastnosti površin z nižjim trenjem v ležajih in zobnikih.

**Nanoinženiring.** Reševanje industrijskih konstrukcijskih problemov na podlagi mikro- in nano-tehnologij.

**Zelene tehnologije.** Mazanja na osnovi nanoinženiringa za trajnostno visokozmogljivo štancanje, okolju prijazne, visoko zmogljive ter nizko-torne kontaktne površine, prilagojene reaktivnosti izboljšanih DLC-prevlek z ionskimi tekočinami za hidravlične sisteme.

**Konstruiranje triboloških površin.** Uporaba naprednih kovinskih dodatnih tehnologij (3D tisk).

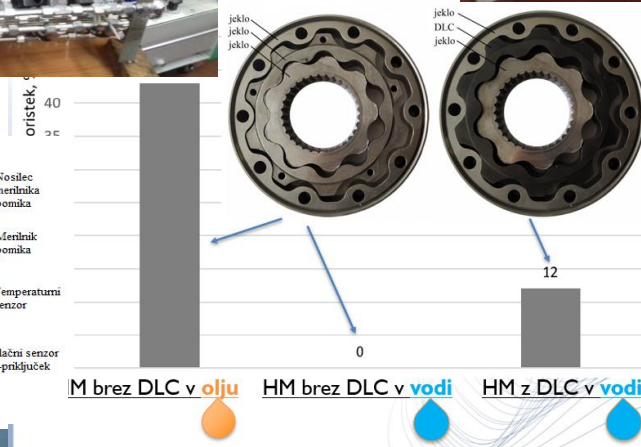
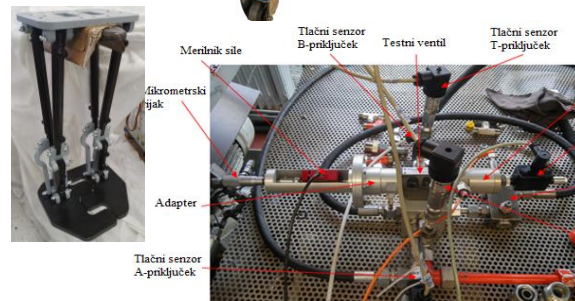
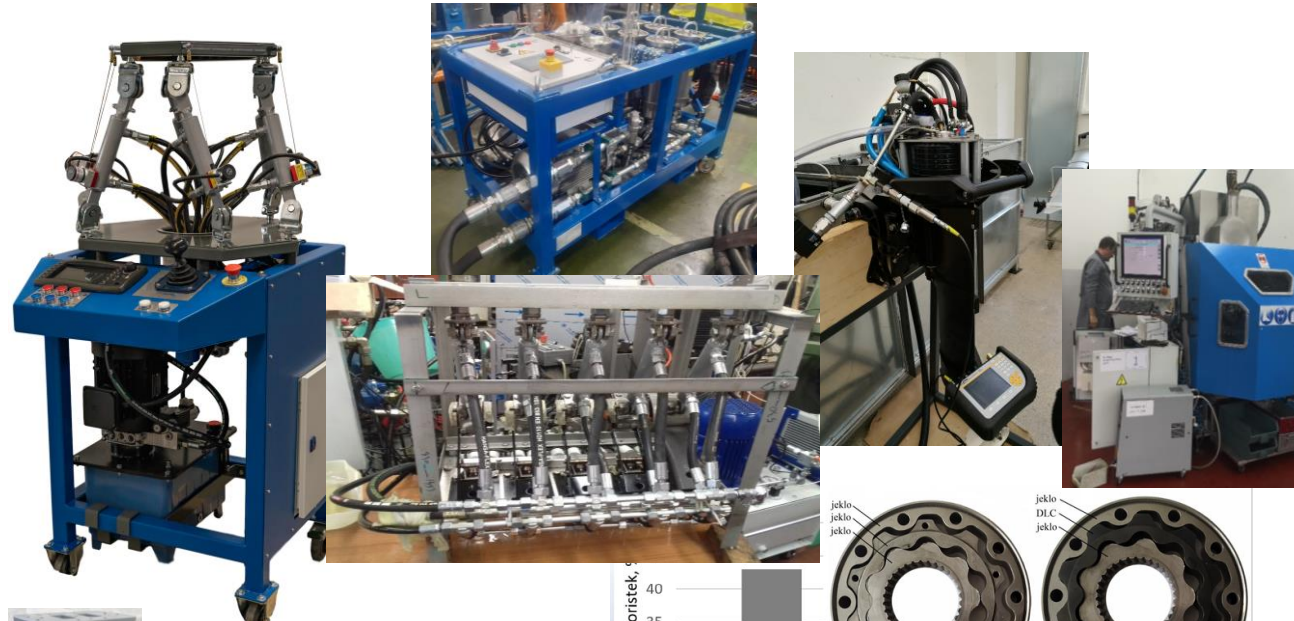


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. Franc Majdič

# Laboratorij za fluidno tehniko



<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>

# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Razvoj in raziskave.** Raziskave in optimizacija hidravličnih komponent, strojev in naprav, vodna hidravlika, projektiranje sodobnega krmiljenja hidravličnih strojev in naprav, raziskave čistoče in trajnosti delovanja.

**Simulacije.** Simulacije delovanja hidravličnih sestavin in strojev.

**Testiranja.** Visokotlačni trajnostni hidravlični testi, sodobno diagnosticiranje, testiranje hidravličnih filtrov.

**Vzdrževanje hidravličnih strojev in naprav.**



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



izr. prof. dr. Nikola Vukašinić

# Laboratorij za konstruiranje

LeCAD



<https://www.lecad.fs.uni-lj.si/>



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Konstruiranje.** Računalniško podprto konstruiranje, informacijska in metodološka CAD podpora pri konstruiranju, napredne metode in tehnike konstruiranja, nekovinske konstrukcije, konstruiranje iz polimernih materialov in kompozitov, konstruiranje v VR in AR okolju, informacijska podpora procesom konstruiranja, konstruiranje in učenje iz velepodatkov.

**Super-računalništvo.** Računalniško intenzivne simulacije, metode, obvladovanje in analiza velepodatkov, razvoj visokozmogljivih znanstvenih kod, konstruiranje in simulacije (*CFD*, *FEM*) s superračunalniki.

**Fuzijski inženiring.** Modeliranje toplotnih tokov v tokamaku, konstruiranje robnih elementov tokamaka.

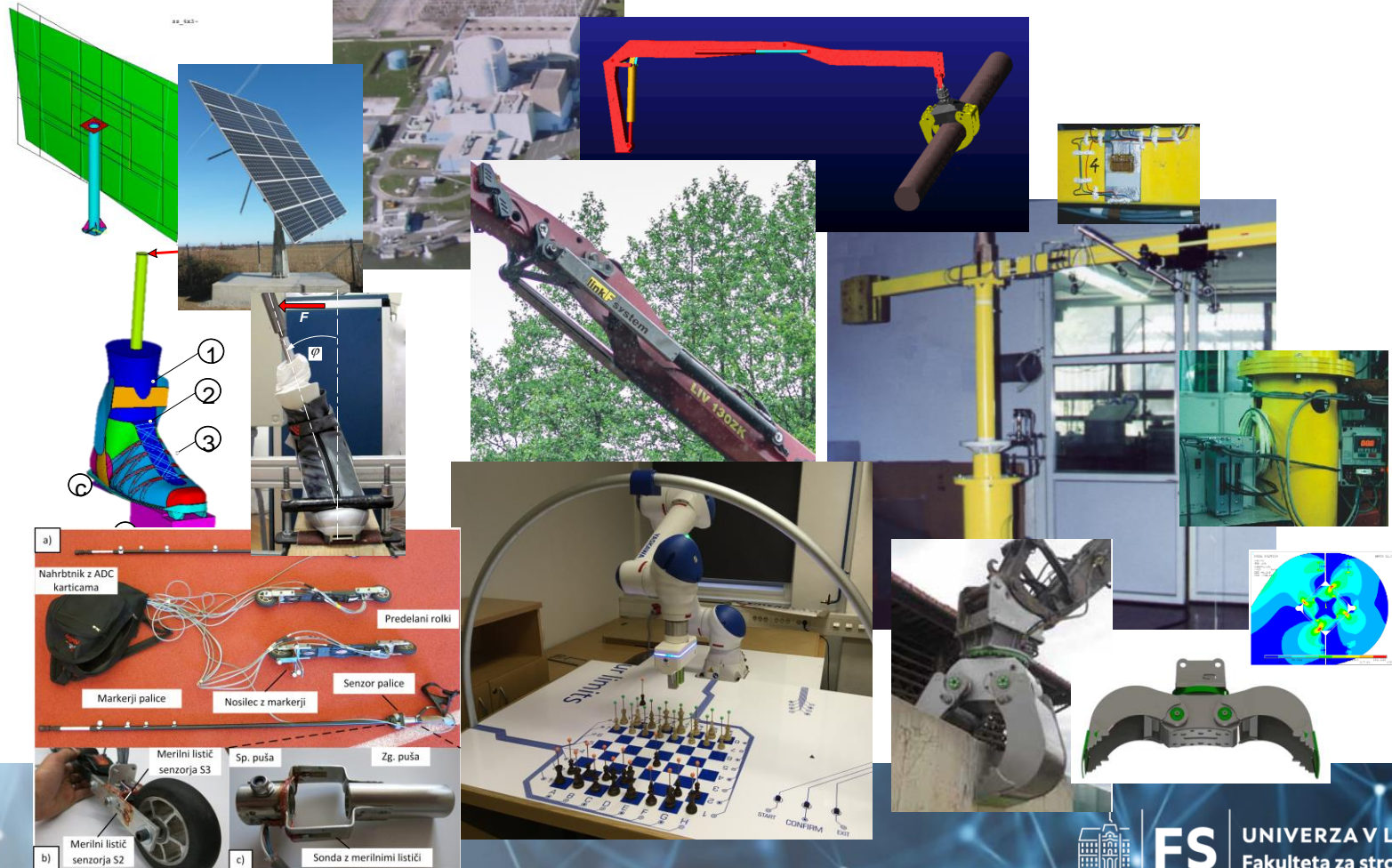


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. Boris Jerman

# Laboratorij za transportne naprave in sisteme ter nosilne strojne konstrukcije



<http://lab.fs.uni-lj.si/lasok/index.html//>



UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Razvoj, raziskave in optimiranje.** Komponente transportnih sredstev in drugih nosilnih konstrukcij (npr. žerjavi, grabilci in sledilniki sonca), robotska prijemala, 3D tisk v gradbeništvu, dinamično tehtanje, skladiščni sistemi.

**Simulacije.** Napetostno-deformacijska stanja elementov konstrukcij, delovanje transportnih strojev (žerjavi, robotska prijemala).

**Meritve.** Električno merjenje mehanskih veličin na komponentah strojev (napetosti, deformacije, pomiki).

**Ekspertize.** Zunanja kontrola snovanja žerjavov in tlačne opreme v objektih, pomembnih za jedrsko varnost.

**Šport.** Energijska učinkovitost smučarskega teka, optimiranje smučarske tekaške obutve.



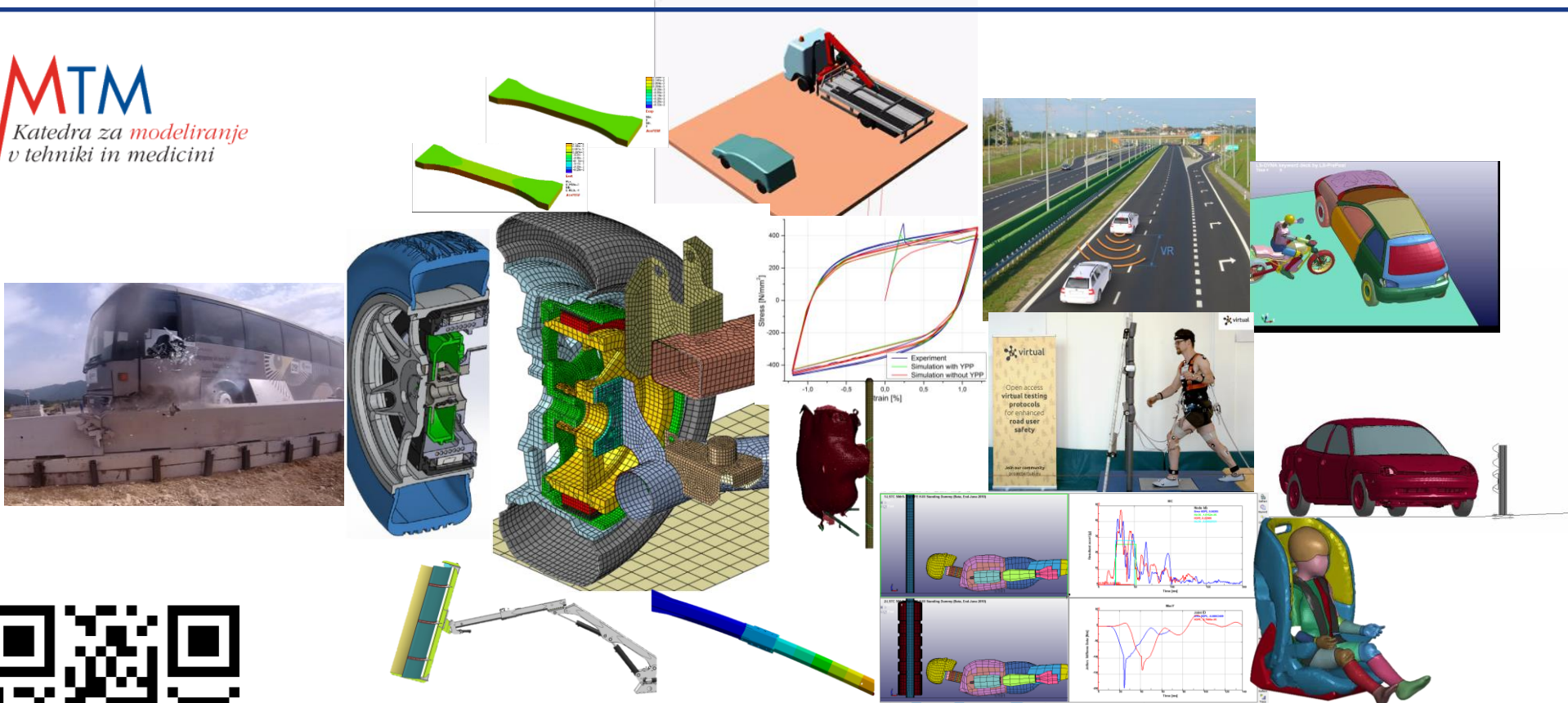
FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. Robert Kunc, doc. dr. Samo Zupan

# Laboratorij za modeliranje elementov in konstrukcij

**KMTM**  
Katedra za modeliranje  
v tehniki in medicini



<http://kmtm.fs.uni-lj.si/>

# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Specialna konstrukcijska znanja.** Raziskovanje nosilnih struktur, mehanizmov in pogonskih sistemov, odziv konstrukcij na eksplozijsko in balistično obremenitev, geometrijske specifikacije proizvodov (GPS).

**Eksperimentalna analiza in Modeliranje odziva naprednih materialov.** Materiali z oblikovnim spominom, kompozitni materiali, bio-materiali.

**Modeliranje prometnih sistemov.** Elementi sistema „človek-vozilo-vozišče“, varnost vozil in prometa (pasivna in aktivna), prometna informatika in digitalna forenzika vozil.

**Modeliranje človeškega telesa.** Aktivni in pasivni odziv na obremenitve, meritve gibanja, biomehanika, poškodbe.



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo





# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Termomehansko utrujanje.** Ciklična napetostno-deformacijska stanja, energija, spremenljivi obratovalni pogoji, mehanizmi poškodbe. Vgradnja modelov v metodo končnih elementov. Materiali: kovinska gradiva, polimeri in baterije.

**Klasifikacija, grozdenje, mešane končne porazdelitve.** Programski paket REBMIX. Uporaba v strojništvu in širše.

**Elastomeri in elastomerni kompoziti.** Modeliranje in eksperimentalno vrednotenje napetostno-deformacijskega odziva in poškodbe pri spremenljivih obratovalnih pogojih.

**Raziskave na področju strojnih elementov.** Ležaji, zobniki, vzmeti in sklopke.

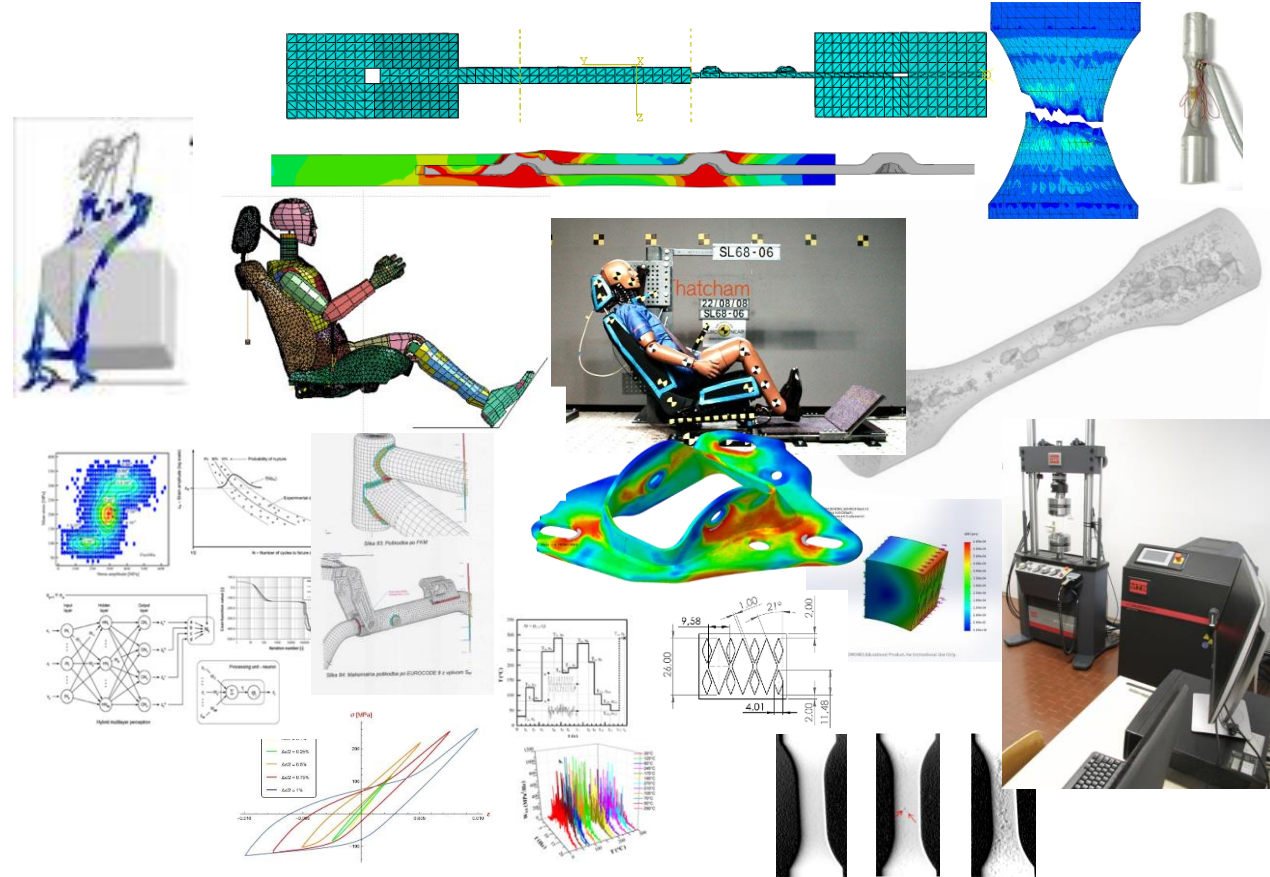


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

prof. dr. Jernej Klemenc

# Laboratorij za vrednotenje konstrukcij



<https://web.fs.uni-lj.si/kserv/>



# Raziskovalna področja laboratorija

---



**Razvojna vrednotenja.** Razvoj metod za pospešeno testiranje zanesljivosti dinamično obremenjenih komponent in sistemov.

**Napovedovanje dobe trajanja.** Eksperimentalno in numerično napovedovanje dobe trajanja nosilnih elementov z upoštevanjem tehnologije izdelave (ulitki, zvarjenci, preoblikovani izdelki).

**Napredne nosilne strukture.** Konstruiranje in razvoj nosilnih elementov z odprto-celično notranjo strukturo, ki so izdelane z dodajnimi tehnologijami.

**Tehnologije za trajnostni razvoj.** Raziskave uporabe naprednih in bio-razgradljivih materialov ter razvoj konstrukcijskih metod za lahko gradnjo.

**Raziskave s področja dinamike in transmisije vozil.**



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

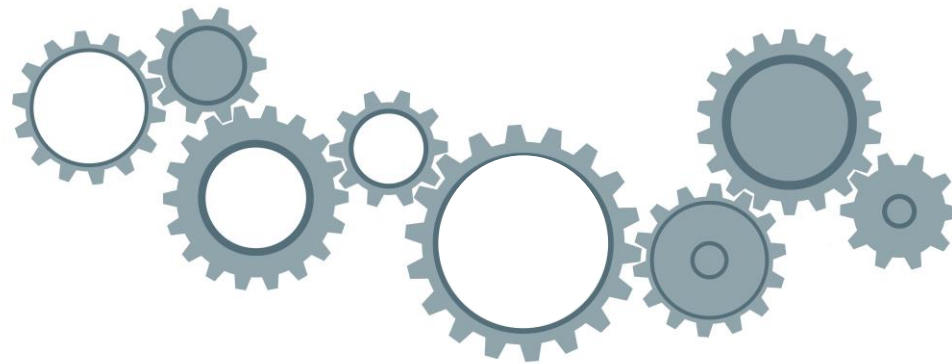
# Zaključek

---

**Vsak človek ima talent!**

*Razvoj talenta je njegova odgovornost!*

*Če želite talent in znanje za realizacijo povezati že v času študija, si izberite usmeritev, ki je najbližja **vašim** željam.*



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

# ***PROIZVODNO STROJNIŠTVO***

## **Proizvodne tehnologije Industrijsko inženirstvo**

Ljubljana, 05.06.2024

# *Proizvodno strojništvo*

---

... Kaj to je?  
... Kaj dejansko to pomeni?  
... Definicija

**NAČRTOVANJE, RAZVOJ, IZVAJANJE,  
UPRAVLJANJE, VZDRŽEVANJE IN NADZOR  
VSEH PROCESOV PRI IZDELAVI IZDELKA.**

Odrezavanje, preoblikovanje, spajanje  
Nekonvencionalni postopki, aditivne  
tehnologije, 3D tisk  
Metode preizkušanja in toplotne  
obdelave  
Avtomatizacija, strega, montaža,  
robotika, logistika  
Priprava, vodenje in spremljanje  
proizvodnje  
Digitalizacija procesov, sistemov  
Zagotavljanje kakovosti



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Proizvodno strojništvo*

---

Kombinacija tehnologij in znanosti managementa.

Široko znanje s področja izdelovalnih tehnologij in poznavanje problematike obdelovalnih tehnologij, strojev in naprav.

**CILJ – razviti in postaviti agilni, visoko-produktiven, zanesljiv, okolju prijazen in ekonomsko vzdržen proces.**



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# *Moderno proizvodno strojništvo*

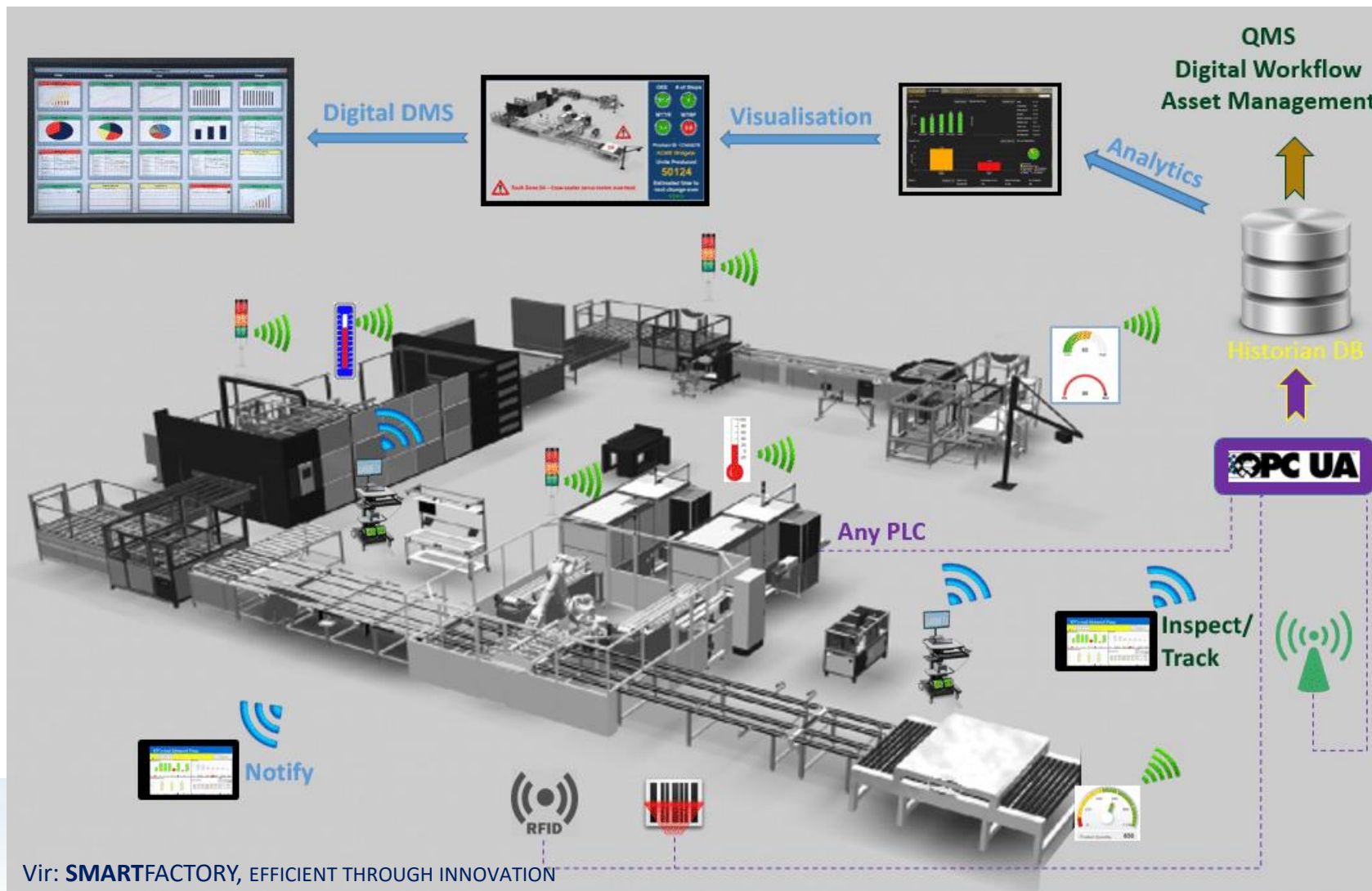
---



**KOMPLEKSNI IZDELKI**  
**Velika variantnost**  
↓  
**Prilagodljiva, AGILNA**  
**PROIZVODNJA**  
**Napredne TEHNOLOGIJE**



# Moderno proizvodno strojništvo



Pametne tovarne in digitalizacija, digitalni dvojčki

Napredno odrezavanje, preoblikovanje, spajanje, 3D tisk, skladiščenje in logistika

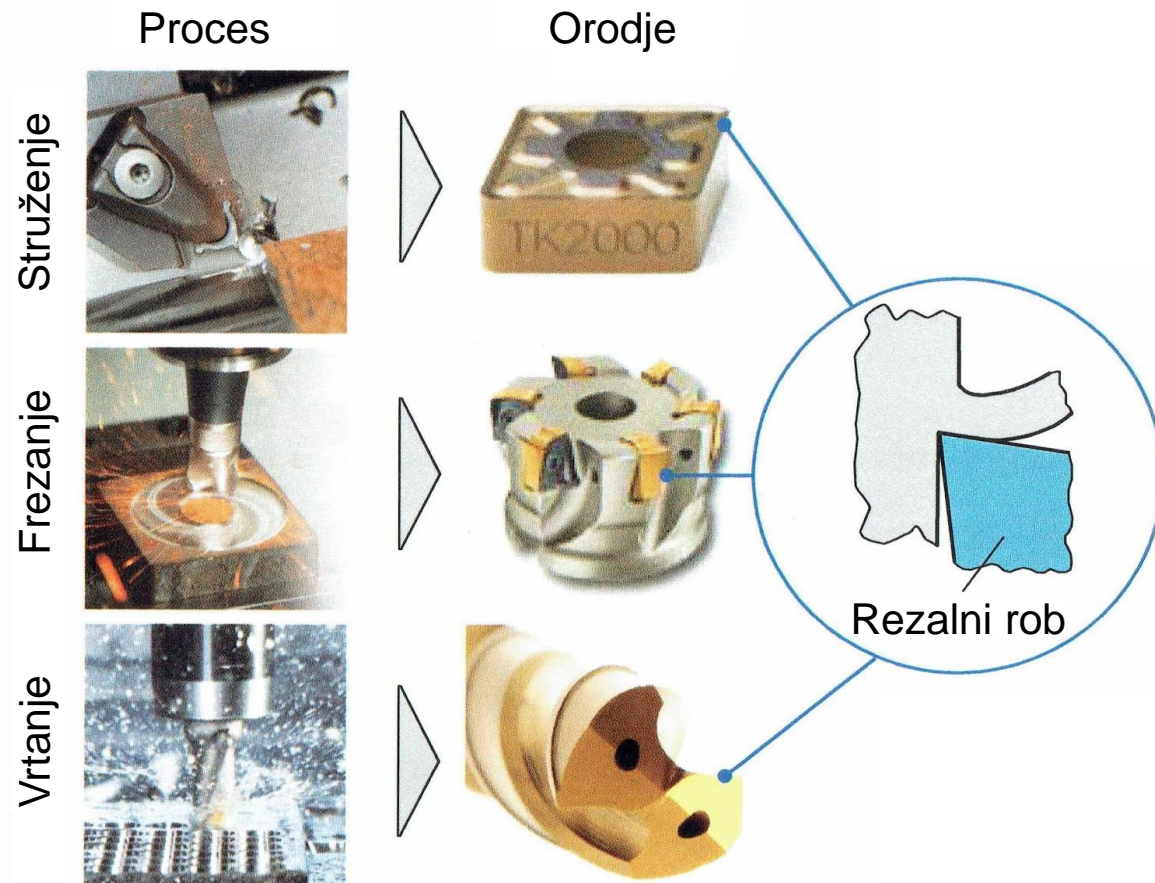
Obvladovanje materialnih lastnosti

Pametni materiali, izdelki in stroji



# Tehnologije v proizvodnji - odrezavanje

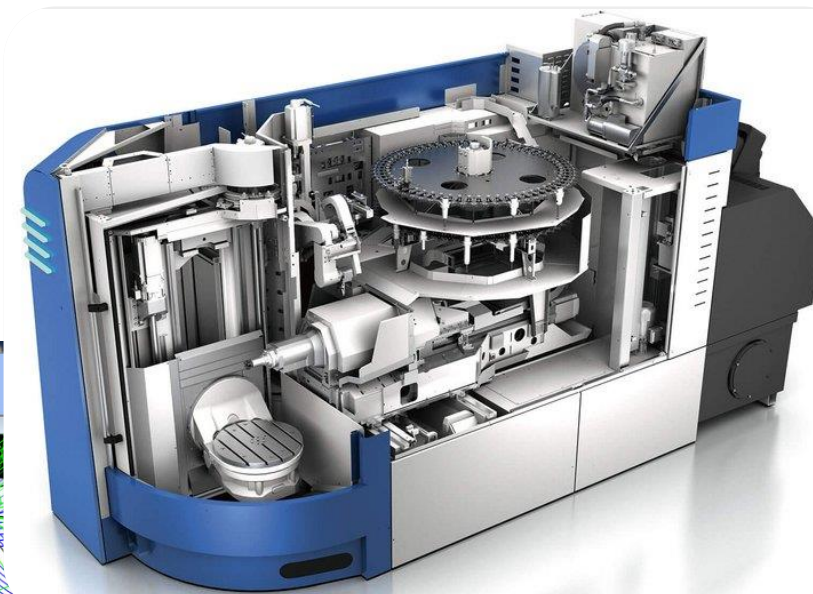
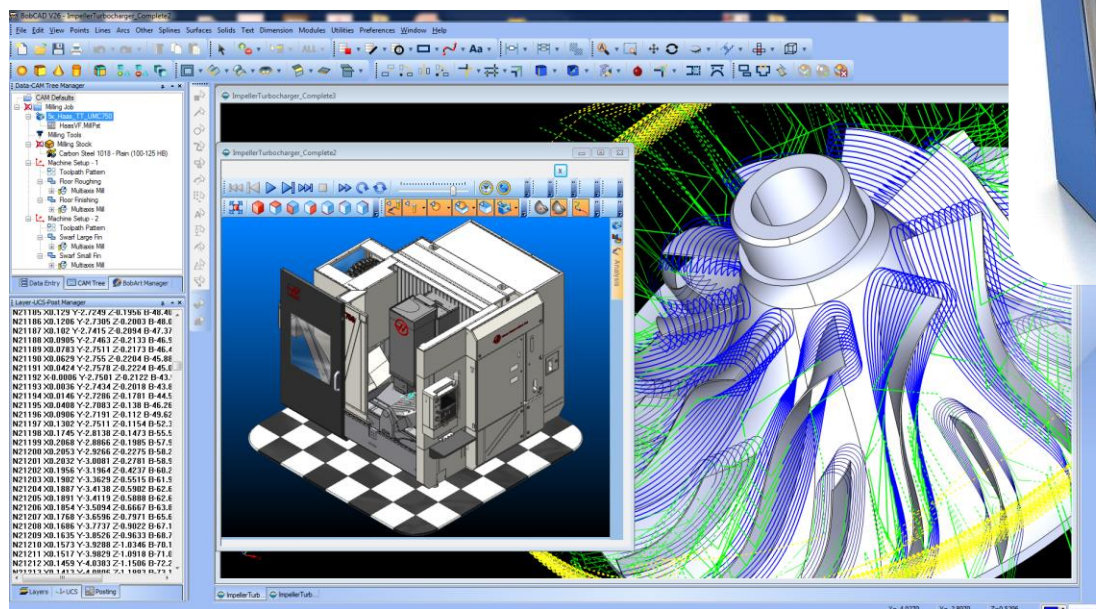
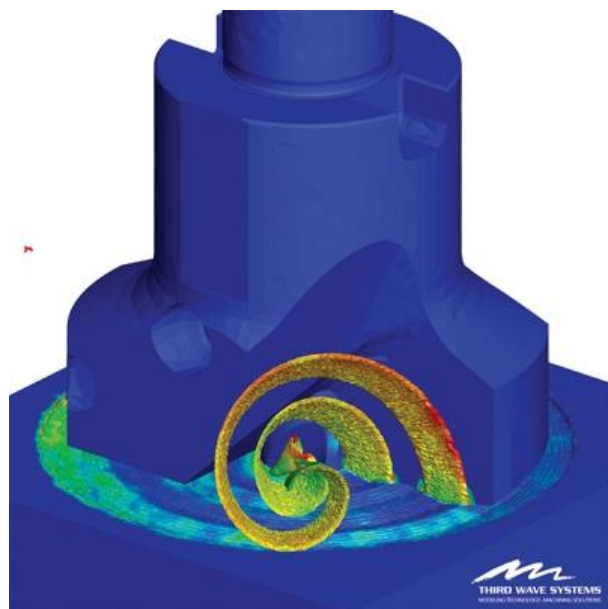
- Umestitev odrezavanja v proizvodne procese
- Odrezvalni procesi
- Rezlana orodja
- Produktivnost, ekonomika in trajnostni razvoj



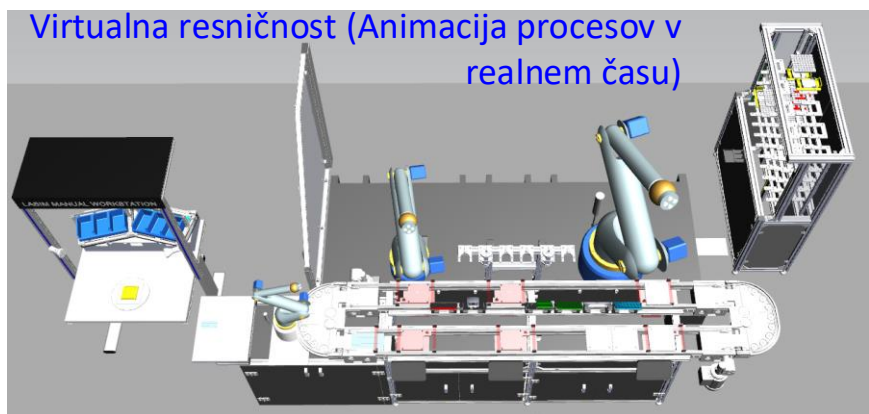


# Načrtovanje odrezavanja in CAM

- Tvorba odrezka in strategije
- Obdelovalni stroji
- CAM in digitalni dvojčki

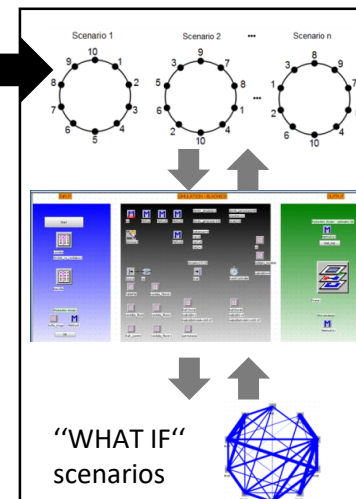
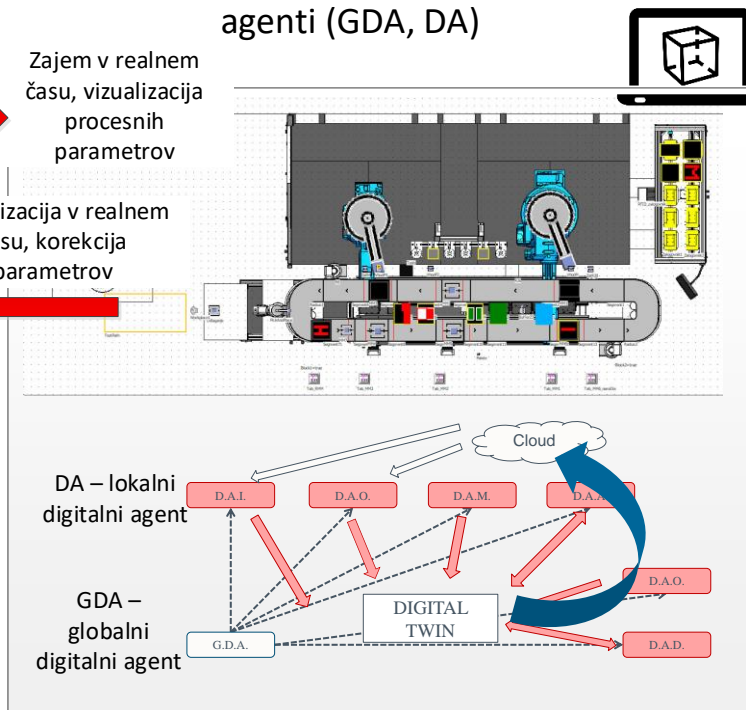


# Robotika, montaža, strega, skladiščenje, logistika



Digitalni dvojček realnega sistema z digitalnimi agenti (GDA, DA)

Zajem v realnem času, vizualizacija procesnih parametrov  
Optimizacija v realnem času, korekcija parametrov



**Tehnologija montaže**

**Robotizirana proizvodnja**

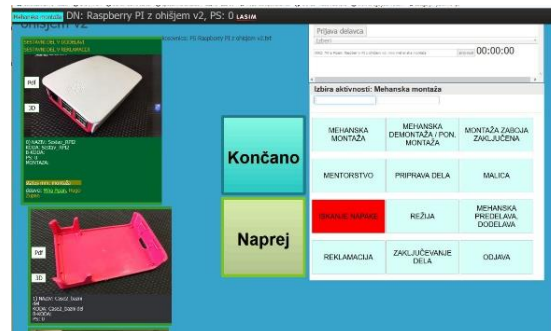
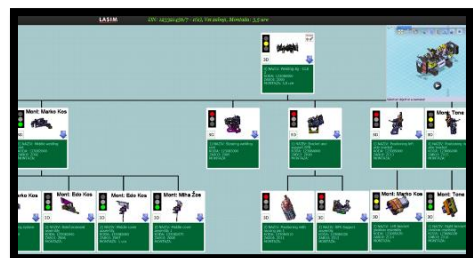
**Logistika materiala in sredstev**

Pametni procesi in sistemi, 4.0: Digitalni dvojčki, RFID, Virtualna resničnost (VR), Razširjena resničnost (AR), Big data, Digitalni agenti, Pametna strega in montaža, interna logistika.

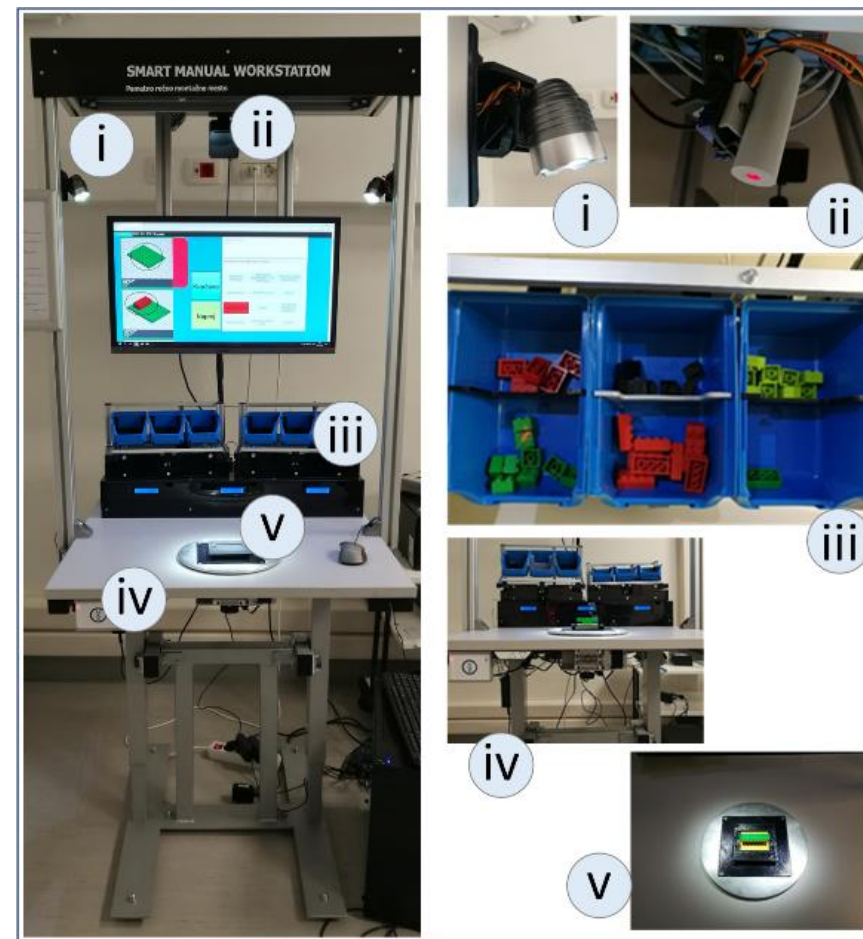


# Tehnologija montaže – pametna montaža, I4.0, I5.0

- Samoprilagoditev (produkti, delavci)
- Pametni zalogovniki: PickByLight, PokaYoke, strojni vid
- Digitalna podpora, LPM



- AR in VR tehnologija
- Kobotika





# Tehnologija brizganja polimernih izdelkov



LABORATORIJ ZA PREOBLIKOVANJE  
FORMING LABORATORY

## Tehnologije v proizvodnji 2

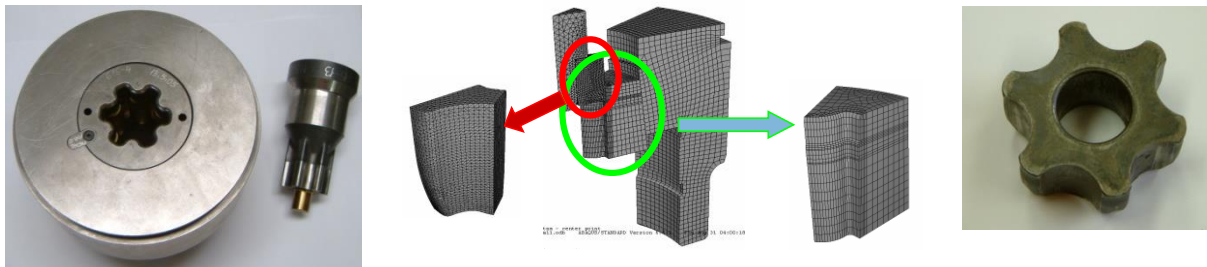
### Načrtovanje tehnologij preoblikovanja



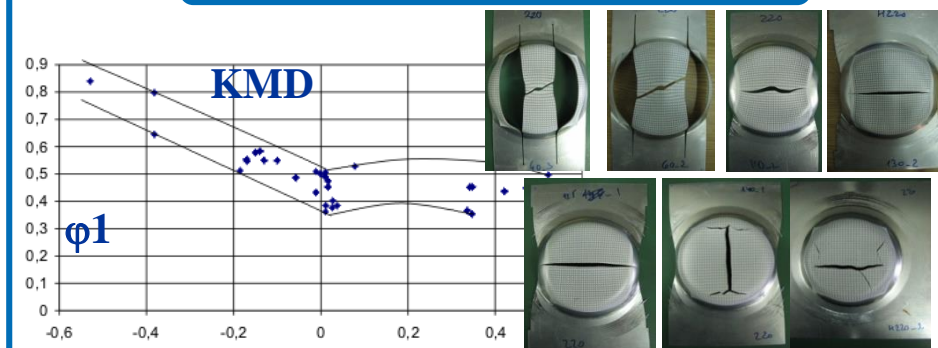
FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

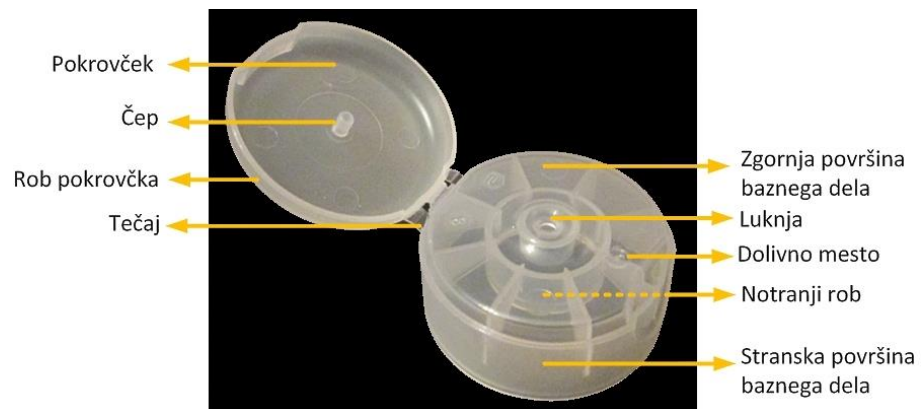
## Preoblikovanje kovin



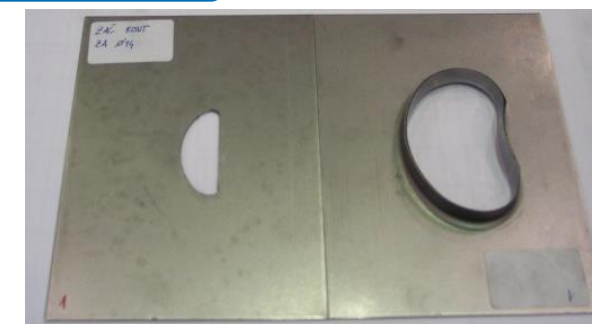
## Krivulje mejnih deformacij



## Preobli. nekovinskih gradiv



## Novi preoblikovalni postopki



Inkrementalno preoblikovanje



# Rezanje z abrazivnim vodnim curkom

Tehnologije v proizvodnji 1

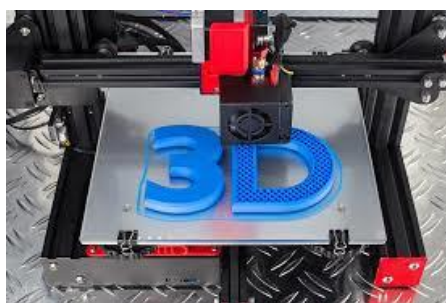
Nekonvencionalne izdelovalne tehnologije



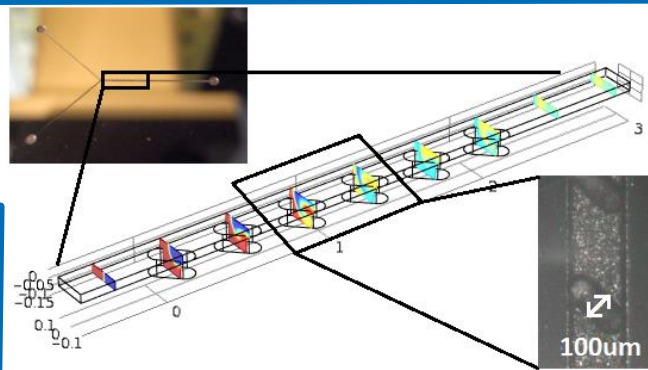


# 3D-tiskanje, elektroerozijska obdelava, konturni postopki rezanja

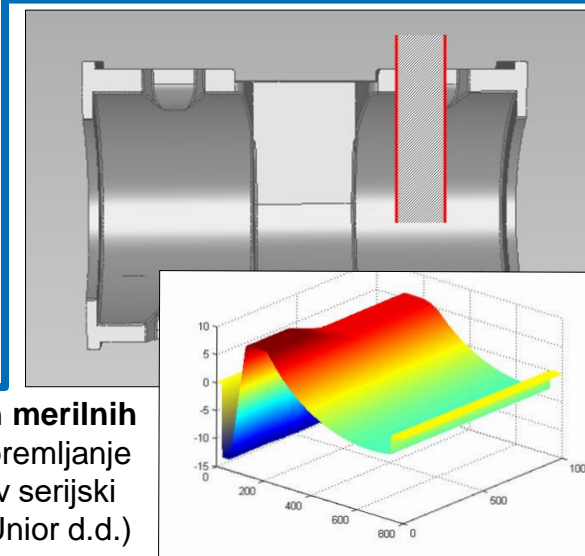
Interdisciplinarnost: izdelovalne tehnologije na področju **mikroreaktorskih tehnologij** (FKKT, FE, MF, BF, FS)



Razvoj tehnologij **3D-tiskanja**



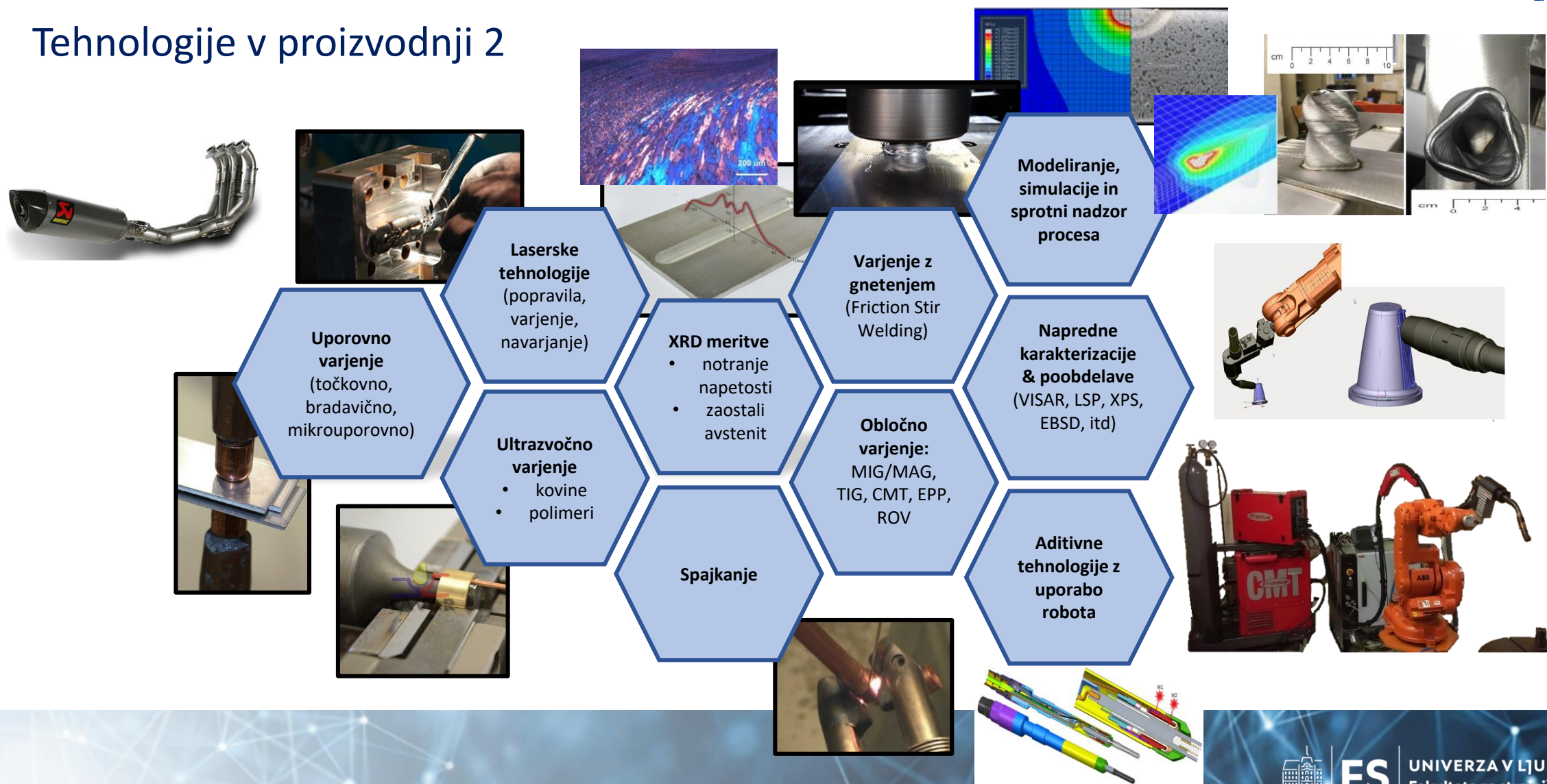
Razvoj novih merilnih sistemov: spremljanje cilindričnosti v serijski proizvodnji (Unior d.d.)



Razvoj novih postopkov:  
- **elektroerozija v suhem** za rezanje cevi iz notranje strani (Numip d.o.o.) – nuklearne elektrarne

# Tehnologije spajanja v proizvodnji

## Tehnologije v proizvodnji 2





# *Energijski in snovni tokovi v industriji*

- Projektiranje proizvodnega procesa pri tekoči proizvodnji (glavni in pomožni procesi, takt kupca, uravnoteženje proizvodne linije)
- Kazalniki ekonomske učinkovitosti procesne proizvodnje
- Prilagodljivost in agilnost procesne proizvodnje

## Primeri:

- Polnjenje pijač
- Farmaceutska industrija
- Papirna industrija





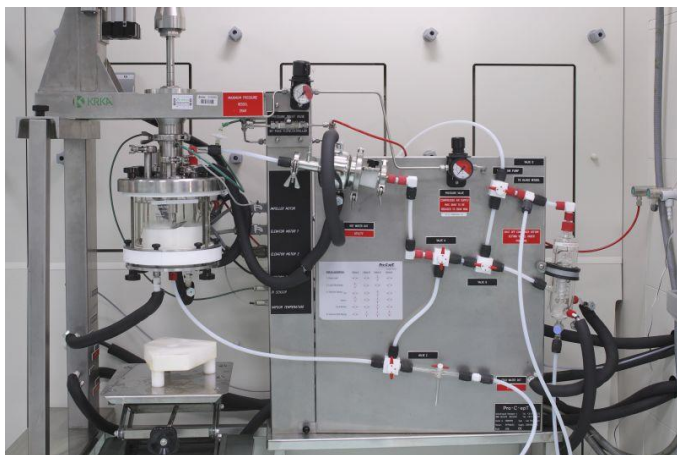
# Energijski in snovni tokovi v industriji



Realno okolje na laboratorijski, pilotni in industrijski velikostni skali



Virtualno okolje: simulacije, optimizacije



vir: <https://www.krka.si/sl/medijsko-sredisce/foto-in-video-arhiv/krka-v-sloveniji/kemijski-razvojni-laboratoriji/>



**Analiza, vodenje in nadzor energijskih in snovnih tokov v industriji**

**B001 (StorageTankLiquid)**

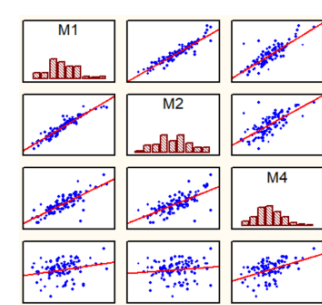
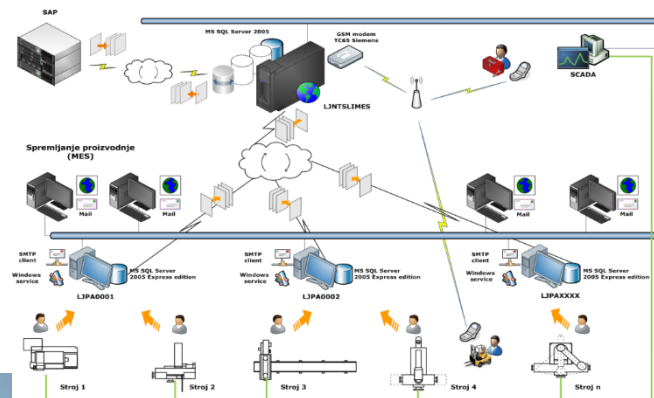
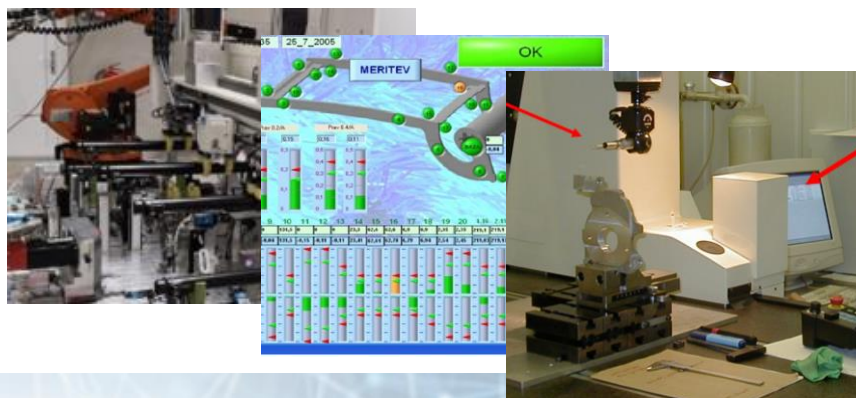
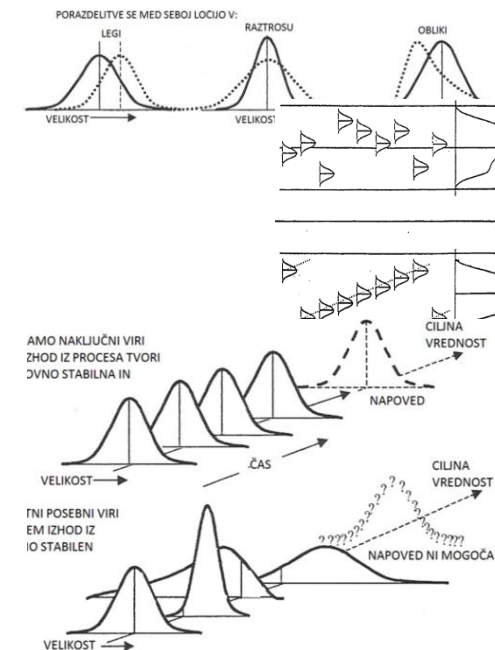
Tank Conditions:	Set Values:	Set
L	1.00 m	1.00
T	20.00 °C	0.00
M	997.31 kg	0.00
p	53.64 bar	
pG	53.54 bar	
Rate:	0.00 %	0.00 (0.1)

Prenos toplote in snovi v procesnih sistemih, farmaciji, (bio)reaktorjih, membranskih tehnologijah, termičnih separacijskih tehnikah, čistilnih napravah, ...

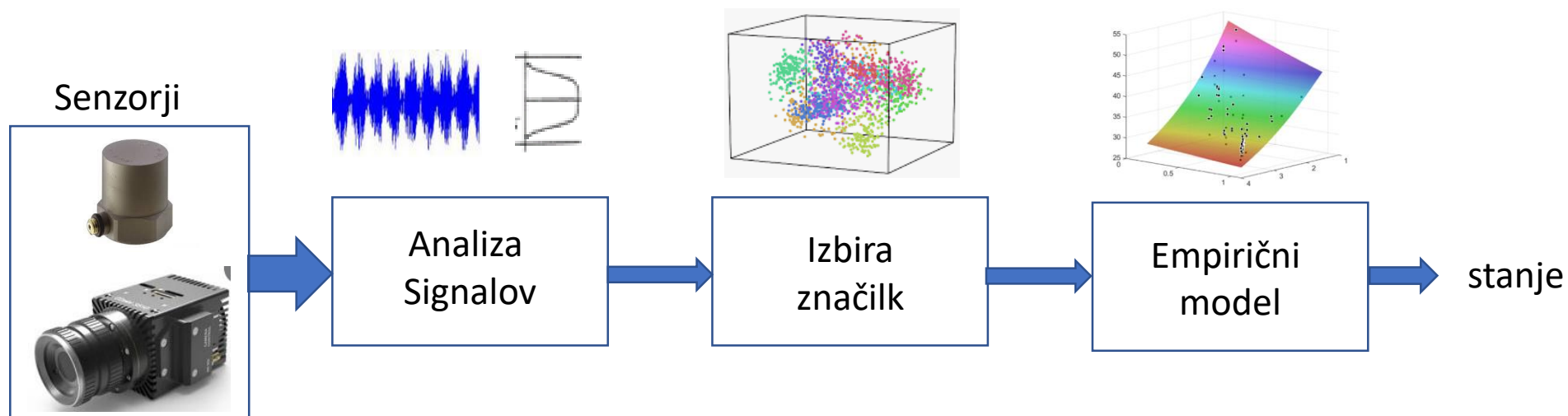


# Krmiljenje in nadzor proizvodnje

- Proizvodnja kot kompleksni delovni sistem (kompleksnost, variabilnost)
- Sistemi za vodenje in nadzor delovnih sistemov (SCADA in nadzorni sistemi, gradniki in primeri)
- Avtomatska identifikacija in zajem podatkov (črtni in OR kodirni sistemi, RFID, industrijski internet stvari)
- Avtomatizirana kontrola procesov (100% vs. statistična kontrola, končna, porazdeljena, primeri)
- Metode kontrole procesov (ročne in avtomatizirane kontrolne priprave, strojni vid, CMM)
- Zbiranje, urejanje in predstavitev variabilnih podatkov
- Opisna statistika (numerične in grafične predstavitve podatkov, porazdelitve)
- Verjetnost (osnove, porazdelitve)
- Osnove sklepne statistike (populacija, vzorec, statistike, uporaba v praksi)
- Avtomatsko spremljanje stanja procesov (gradniki sistemov, značilke podatkov, modeli)
- Izgradnja modela
- Praktični primeri spremljanja stanja proizvodnih procesov



# Sistemi za avtomatsko industrijsko diagnostiko



SECOP –  
Diagnostika  
kompresorjev



GORENJE -  
Diagnostika HZA



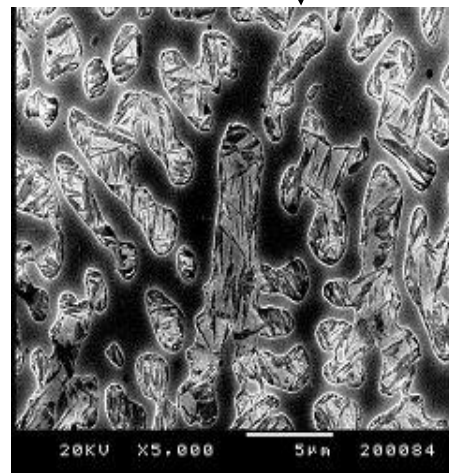
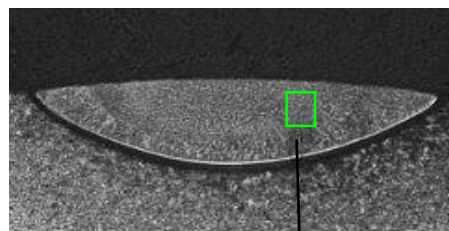


# Načrtovanje toplotne obdelave in oplemenitenje površin



LATOP

- Laserske površinske obdelave: kaljenje, pretaljevanje, legiranje, oblaganje
- Staranje aluminijevih, magnezijevih zlitin...



- Udarano utrjevanje površine
- Anodizacija...
- Kaljenje, popuščanje
- induktivno kaljenje



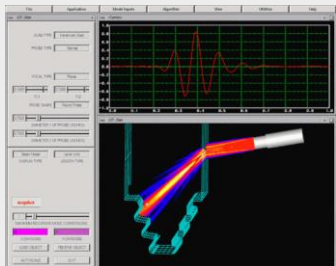
FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

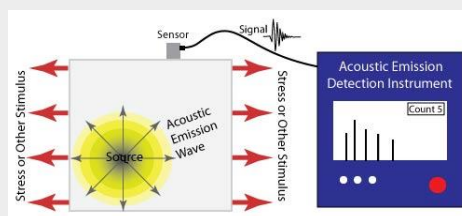
# Metode preizkušanja v proizvodnji, kovinski materiali



LATOP



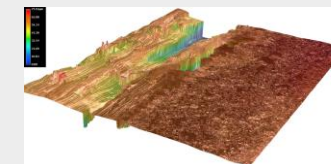
Preizkušanje z ultrazvokom



Preizkušanje z AE



Magnetni preizkusi



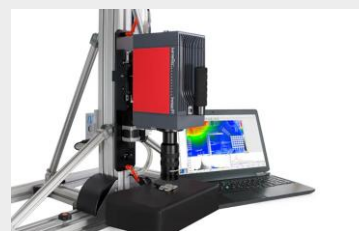
Integriteta površin



Merjenje zaostalih napetosti



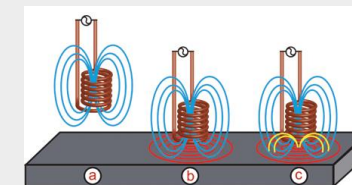
Spremljanje rasti razpoke



Termografske preiskave



Radiografija

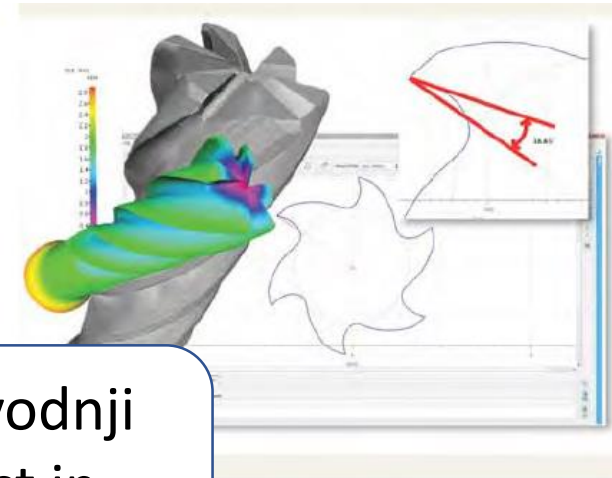


Preizkušanje z vrtilničnimi tokovi

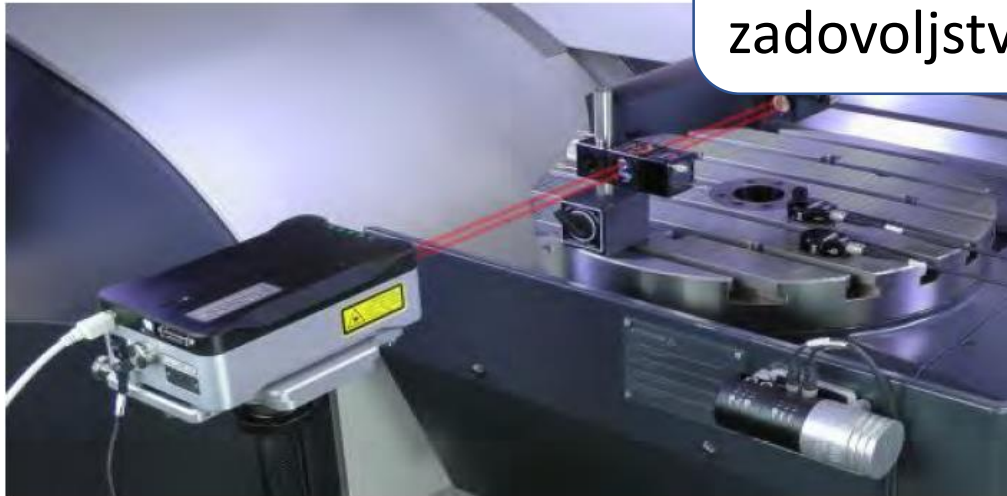




# Zagotavljanje kakovosti



Kakovost v proizvodnji  
pomeni kakovost in  
zadovoljstvo pri naročniku





# *Prihodnost proizvodnega strojništva*

---

Razvoj novih produktov in novih materialov je mogoč le ob  
**RAZVOJU NOVIH PROIZVODNIH TEHNOLOGIJ, KI BODO  
ZAGOTAVLJALE NJHOVO IZDELAVO/OBDELAVO**

- Velik del industrije orientiran na izdelovalne tehnologije
- Službe:
  - Strojna industrija
  - Avtomobilska industrija
  - Letalska industrija
  - Industrija orodij
  - Farmacija
  - Medicina
  - Proizvodne tehnologije zelo močne v tujini...

## Kaj boste delali:

- **izbira/določitev  
opreme/tehnologije**
- **planiranje celostne  
proizvodnje**
- **organizacija podjetij**
- **vodenje oddelkov podjetij**
- **programiranje strojev in  
naprav**
- **Nadzor kakovosti**



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

■ Laboratorij za odrezavanje LABOD



■ Laboratorij za zagotavljanje kakovosti LAZAK



■ Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko LASIM



■ Laboratorij za preoblikovanje LAP



■ Laboratorij za alternativne tehnologije LAT



■ Laboratorij za toplotno tehniko, LTT



■ Laboratorij za mehatroniko, proizvodne sisteme in avtomatizacijo LAMPA **LAMPA**

■ Laboratorij za sinergetiko, LASIN **LASIN**

■ Laboratorij za toplotno obdelavo in preiskavo materialov LATOP



■ Laboratorij za varjenje LAVAR



# Laboratoriji



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Predstavitev smeri:*

*- Prometni pilot letala  
- Snovanje in vzdrževanje letal*

Ljubljana, 05.06.2024

# Projektno aplikativni program

(Visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje)

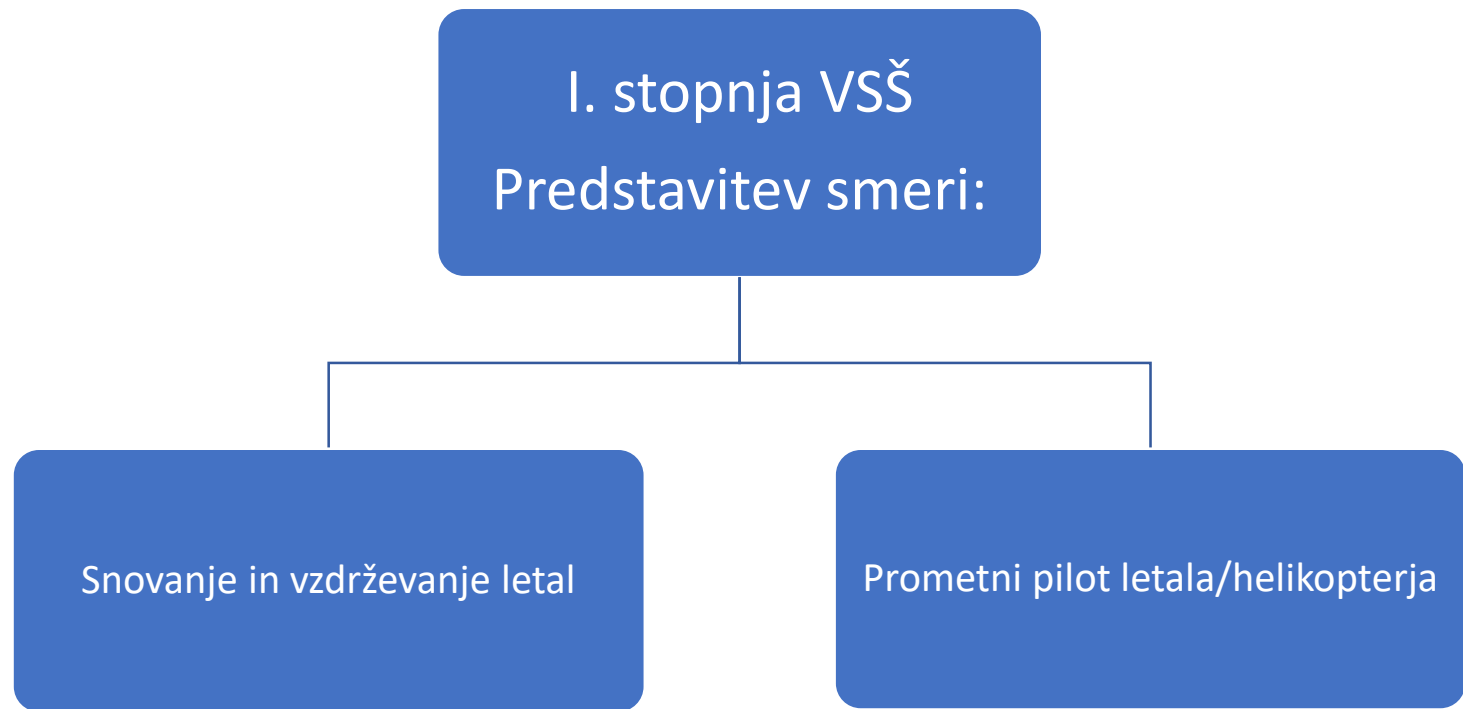
## Predstavitev smeri:

- Prometni pilot letala/helikopterja
- Snovanje in vzdrževanje letal



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



**1., 2., 3. semester:** splošni strojniški predmeti  
**4., 5., 6. semester:** strokovni letalski predmeti  
**6. semester:** praktično usposabljanje\*

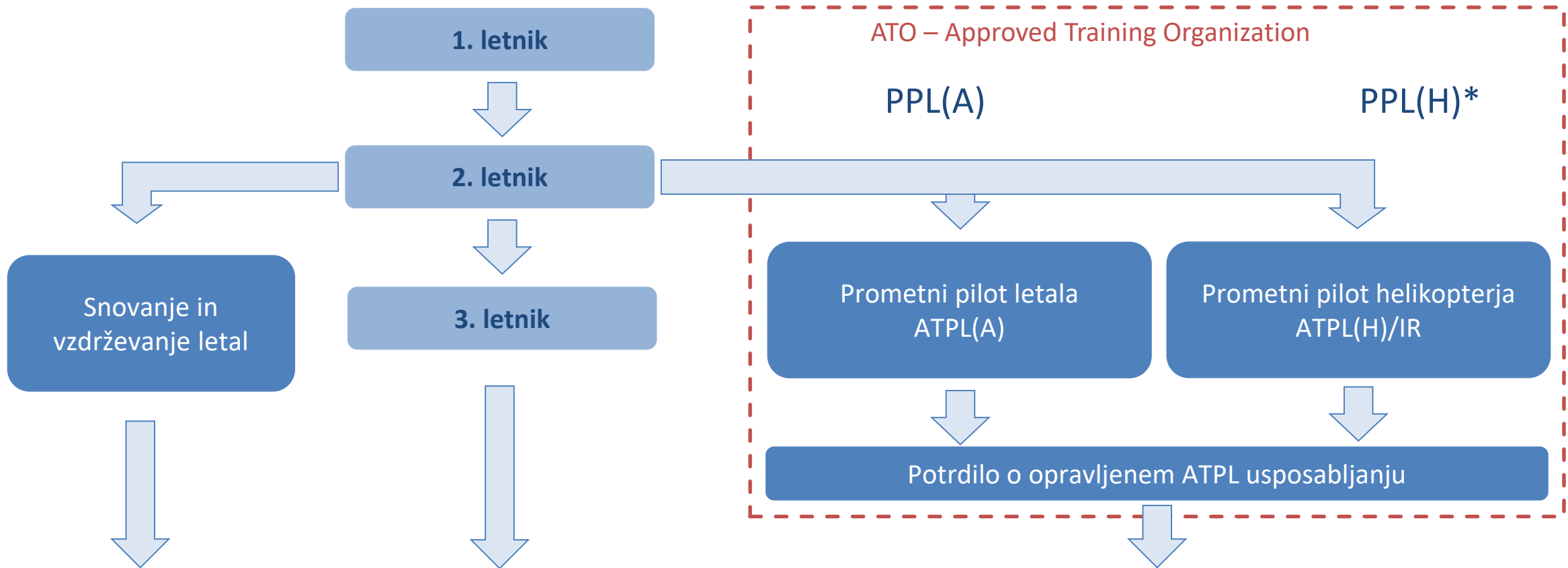


**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Razdelitev:



**Diplomirani/a inženir/ka strojništva**



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# Odobrena organizacija za usposabljanje – SI.ATO.029

## MODULARNO USPOSABLJANJE

Pred pričetkom 4 semestra:

licenca Športnega pilota letala PPL(A)  
ali helikopterja PPL(H)

CAA, EASA

2021

SI.ATO.029

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

je pridobila privilegij za zagotavljanje in izvajanje naslednjih tečajev usposabljanja iz dela FCL ter uporabo naslednjih FSTD:  
*has obtained the privilege to provide and conduct the following Part-FCL training courses and to use the following FSTDs:*

Tečaj usposabljanja <i>Training course</i>	FSTD, ki se uporabljajo, vključno s črkovno kodo (*) <i>Used FSTD(s), including letter code (*)</i>
<b>Modularni tečaj za licenco prometnega pilota helikopterja</b> <i>Modular Training Course for Airline Transport Pilot Licence for Helicopters</i>	
<b>ATP(H)</b> <b>Licenca športnega pilota letala</b> <i>Private Pilot Licence for Aeroplanes</i>	
<b>PPL(A)</b> <small>(TEORETIČNO USPOSABLJANJE) (THEORETICAL TRAINING ONLY)</small>	
<b>Modularni tečaj za licenco prometnega pilota letala</b> <i>Modular Training Course for Airline Transport Pilot Licence for Aeroplanes</i>	
<b>ATP(A)</b>	

Evropska unija  
*European Union*

Agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije  
*Civil Aviation Agency of the Republic of Slovenia*

**CERTIFIKAT ODOBRENE ORGANIZACIJE ZA USPOSABLJANJE**  
**APPROVED TRAINING ORGANISATION CERTIFICATE**

**SI.ATO.029**

V skladu z Uredbo Komisije (EU) št. 1178/2011 in pod spodaj opredeljenimi pogoji, Agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije potrjuje  
*Pursuant to Commission Regulation (EU) No 1178/2011 and subject to the conditions specified below, the Civil Aviation Agency of the Republic of Slovenia hereby certifies*

**FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO**  
AŠKERČEVA CESTA 6  
SI-1000 LJUBLJANA

kot odobreno organizacijo za usposabljanje iz dela ORA s privilegijem zagotavljanja programov usposabljanja iz dela FCL, vključno z uporabo FSTD, v skladu s priloženo odobritvijo programov usposabljanja.  
*as a Part-ORA certified training organisation with the privilege to provide Part-FCL training courses, including the use of FSTDs, as listed in the attached training course approval.*

POGOJI:  
CONDITIONS:

Ta certifikat je omejen na privilegije in obseg zagotavljanja programov usposabljanja, vključno z uporabo FSTD, v skladu s priloženo odobritvijo programov usposabljanja.  
*This certificate is limited to the privileges and the scope of providing the training courses, including the use of FSTDs, as listed in the attached training course approval.*

Ta certifikat velja, če je odobrena organizacija v skladu z določbami ORA in FCL ter drugimi veljavnimi predpisi.  
*This certificate is valid whilst the approved organisation remains in compliance with Part-ORA, Part-FCL and other applicable regulations.*

Ta certifikat ostane veljaven, dokler so izpolnjeni navedeni pogoji, razen če se predčasno prekine, nadomesti, omeji, začasnó razveljavi ali preklicó.  
*Subject to compliance with the foregoing conditions, this certificate shall remain valid unless the certificate has been surrendered, superseded, limited, suspended or revoked.*

Datum izdaje: **27.10.2014**  
Date of issue:

  
**Sebastjan Sevcnik**  
Vodja sektorja letalskih operacij in  
licenciranja osebja  
*Head of Flight Operations and  
Personnel Licensing Division*



OBRAZEC EASA 143, 1. izdaja – stran 1/2  
EASA FORM 143 issue 1 – page 1/2



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Prometni pilot letala/helikopterja*

FS UL nudi teoretično usposabljanje, ki po količini in vsebini ustreza modularnemu načinu usposabljanja za licenco prometnega pilota letala ali helikopterja (ATPL(A) in ATPL(H)/IR) – zahteve v EASA Del-FCL.

Praktično usposabljanje poteka v drugih letalskih šolah

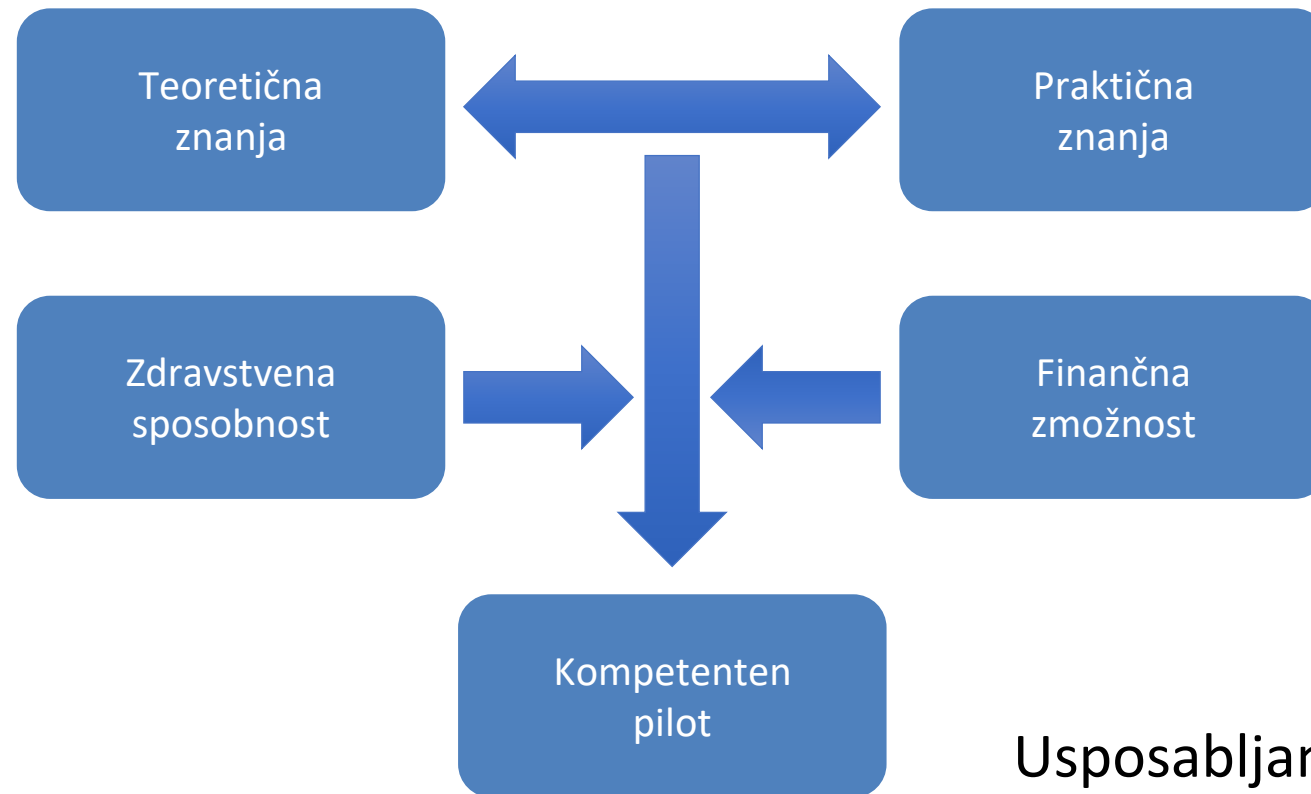


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# *Prometni pilot letala/helikopterja*



Usposabljanje za pilota



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

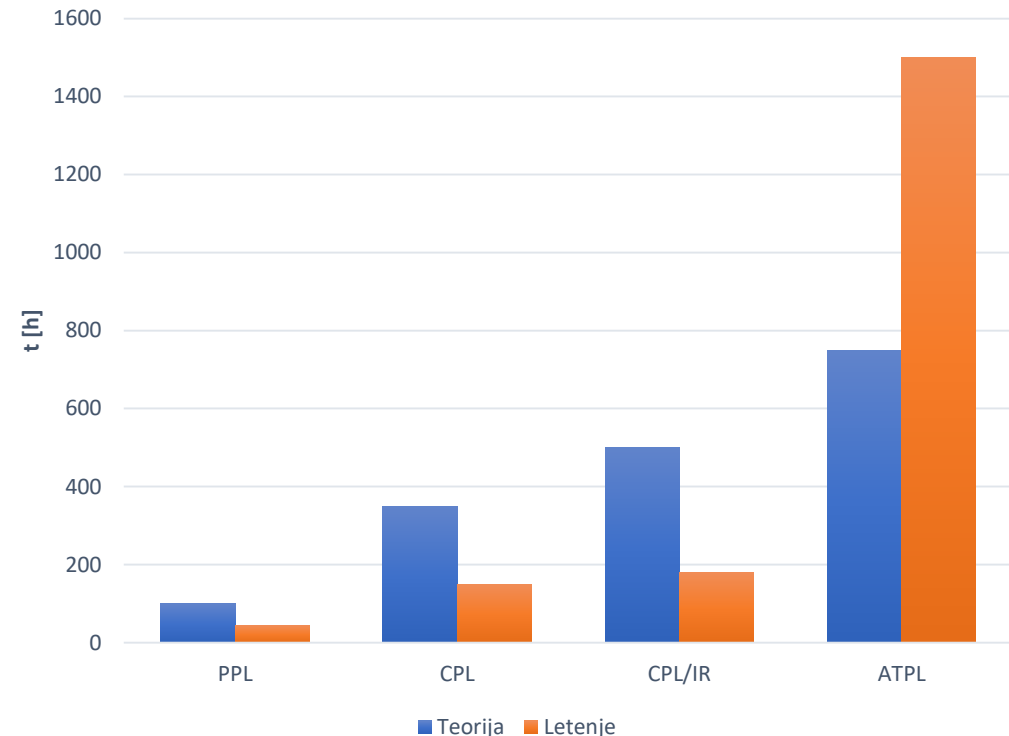
# Število ur teoretičnega in praktičnega usposabljanja za pilota

Stroške naleta krije študent sam.

PPL – Licenca športnega pilota

CPL – Licenca poklicnega pilota

ATPL – Licenca prometnega pilota



# *Pogoji za pridobitev potrdila o zaključnem teoretičnem ATPL usposabljanju:*

- Pridobljeno dovoljenje športnega pilota letala (PPL(A)) ali helikopterja (PPL(H)) pred pričetkom 2. semestra 2. letnika
- opravljenih vseh 14 letalskih predmetov z vsaj 75% uspešnostjo
- vseh 14 letalskih predmetov opravljenih v 18 mesecih
- 80% prisotnost na predavanjih in vajah



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# *Visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje, smer: Prometni pilot letala/helikopterja*

Fakulteta za strojništvo je **edini** center teoretičnega usposabljanja prometnih pilotov (ATPL) v Sloveniji, ki kandidatu da hkrati široko **tehnično znanje, visokošolsko strokovno izobrazbo** in **strokovno letalsko znanje** v skladu z **EASA** predpisi in je **brezplačno**.

- Pridobljeni naziv: diplomirani/a inženir/ka strojništva



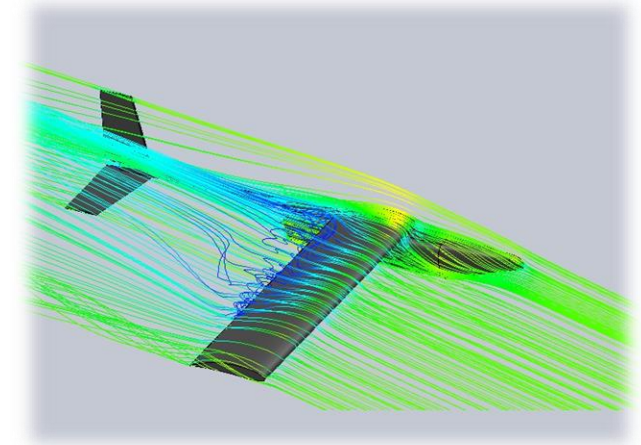
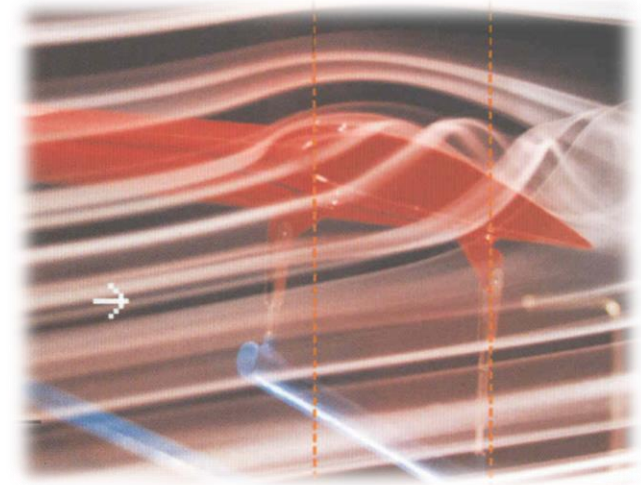
**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Snovanje in vzdrževanje letal*

Diplomanti pridobijo osnovna znanja za:

- snovanje letal
- vzdrževanje letal



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Snovanje in vzdrževanje letal*

Priznavanje modulov za pridobitev EASA licence za vzdrževanje letalnikov po EASA Del-66 (kategorija C)

- Priznani moduli\*

Modul	Tema
1	MATHEMATICS
2	PHYSICS
3	ELECTRICAL FUNDAMENTALS
4	ELECTRONIC FUNDAMENTALS
6	MATERIALS AND HARDWARE
8	BASIC AERODYNAMICS
13	AIRCRAFT AERODYNAMICS, STRUCTURES AND SYSTEMS
14	PROPULSION
15	GAS TURBINE ENGINE
16	PISTON ENGINE
17	PROPELLER

- Dodatno je potrebno opraviti še

Modul	Tema
5	DIGITAL TECHNIQUES ELECTRONIC INSTRUMENT SYSTEMS
7	MAINTENANCE PRACTICES
9	HUMAN FACTORS
10	AVIATION LEGISLATION

Program mikrodokazil – Izobraževanje za pridobitev dodatnih znanj in kompetenc v letalstvu – Projekt UL za trajnostno družbo – ULTRA sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Evropska unija – NextGeneration EU.



# EKSKURZIJE in potencialni delodajalci



# *Sodelujoči na smeri*

## Vodja laboratorija



viš. pred. dr. Igor Petrovič  
(+386) 1 4771 611  
[igor.petrovic@fs.uni-lj.si](mailto:igor.petrovic@fs.uni-lj.si)



asist. Peter Pipp  
(+386) 1 4771 613  
[peter.pipp@fs.uni-lj.si](mailto:peter.pipp@fs.uni-lj.si)

## Zunanji sodelavci:

prof. dr. Vito Starc  
[vito.starc@mf.uni-lj.si](mailto:vito.starc@mf.uni-lj.si)

izr. prof. dr. Patrick Vlačič  
[patrick.vlacic@fpp.uni-lj.si](mailto:patrick.vlacic@fpp.uni-lj.si)

izr. prof. dr. Gregor Skok  
[gregor.skok@fmf.uni-lj.si](mailto:gregor.skok@fmf.uni-lj.si)

asist. dr. Katarina Kosovelj  
[katarina.kosovelj@fmf.uni-lj.si](mailto:katarina.kosovelj@fmf.uni-lj.si)

pred. Tomaž Mrlak  
[tmrlak@gmail.com](mailto:tmrlak@gmail.com)

pred. Radivoj Kikelj  
[radivoj.kikelj@fs.uni-lj.si](mailto:radivoj.kikelj@fs.uni-lj.si)

## Vodja letalske šole

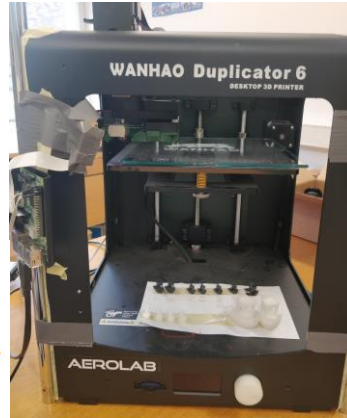
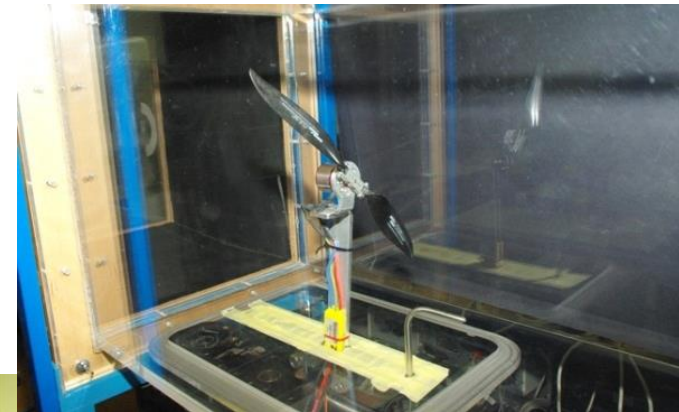


viš. pred. dr. Andrej Grebenšek  
[andrej.grebensek@fs.uni-lj.si](mailto:andrej.grebensek@fs.uni-lj.si)

Branimir Filovski  
(+386) 1 4771 613  
[branimir.filovski@fs.uni-lj.si](mailto:branimir.filovski@fs.uni-lj.si)



# Laboratorij za aeronavtiko





# Laboratorij za aeronavtiko



## Pipistrel je predstavil koncept zračnih plovil za Uber

Avtorji: STA, Maša K. Breclj



Foto: Pipistrel

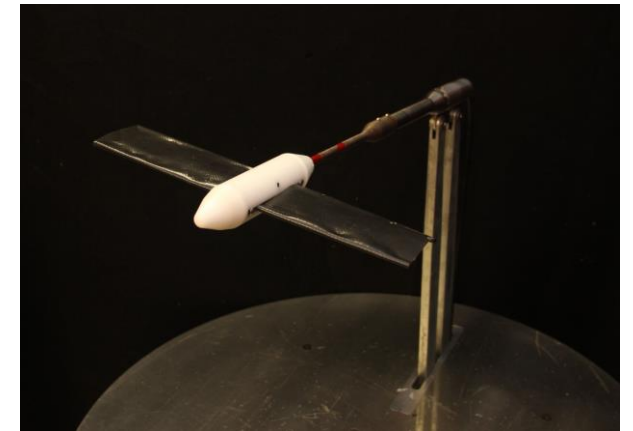
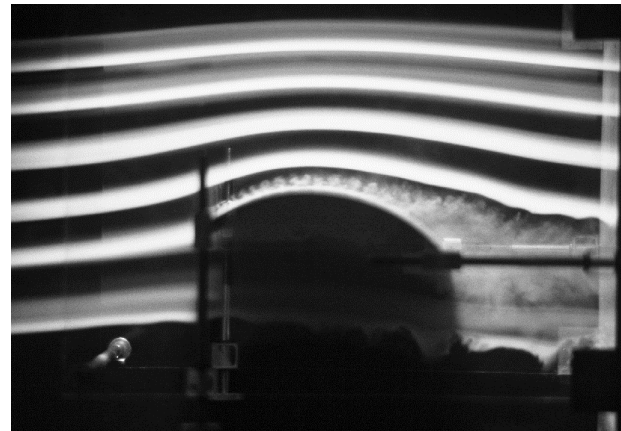
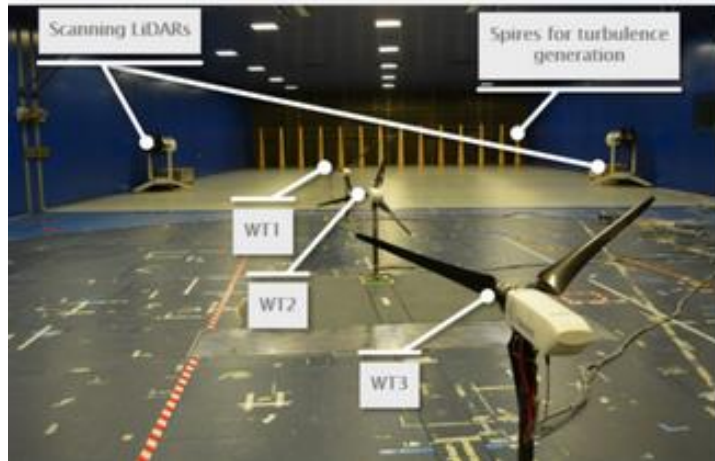
Ajdovski Pipistrel je na Uberjevi konferenci v Los Angelesu v torek razkril koncept svojih električnih zračnih plovil z navpičnim vzletanjem in pristajanjem (eVTOL) za mestni promet. Nova skupina zrakoplovov bo uporabljala namenski pogonski sistem za vzletanje in krmiljenje in bo lahko prevažala od dva do šest potnikov.



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

# *Laboratorij za aeronavtiko*

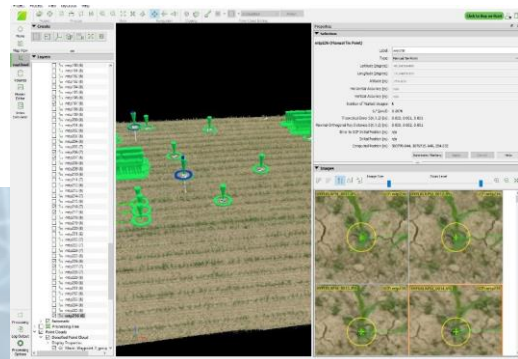
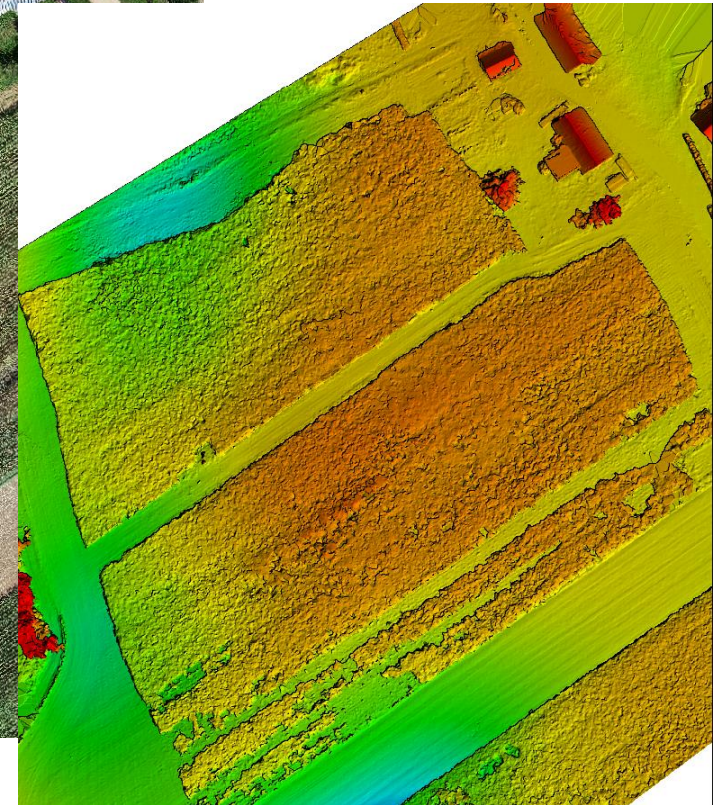
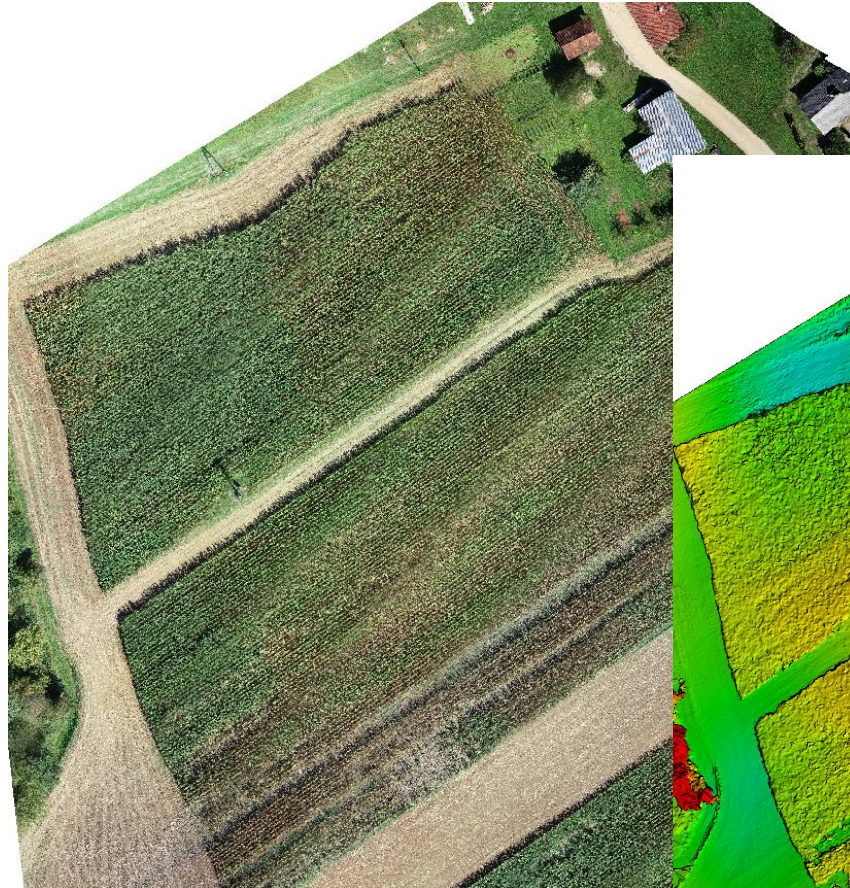
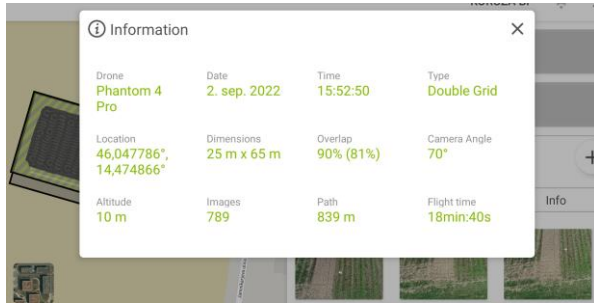


FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo

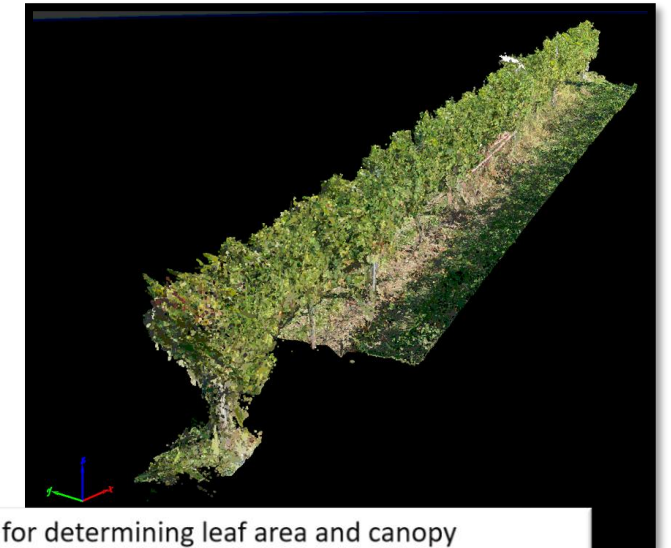
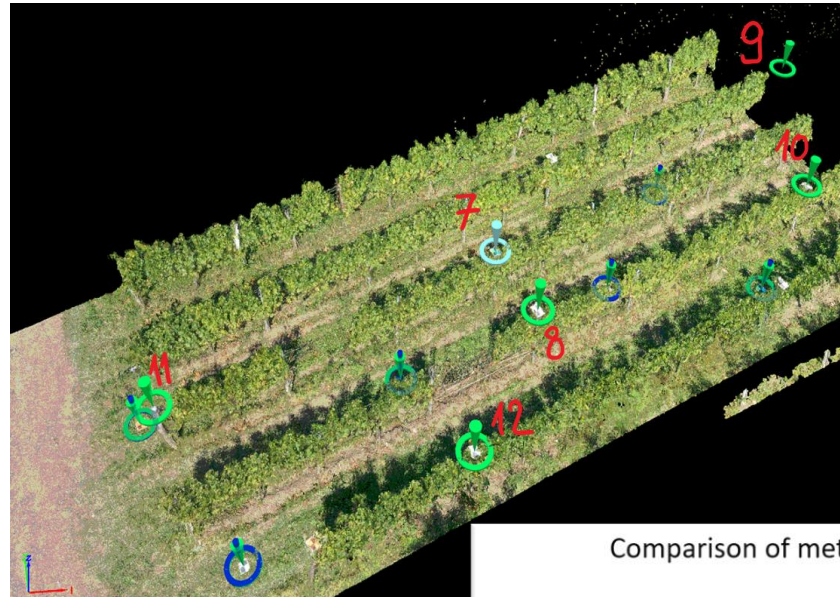
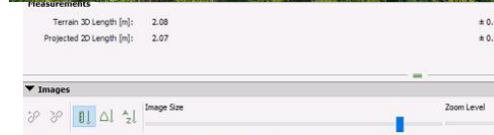


# Laboratorij za aeronavtiko





# Laboratorij za aeronavtiko



Comparison of methods for determining leaf area and canopy volume in viticulture



<p>Good correlation of canopy volume measurements with manual defoliation measurements</p> <p>Lidar R=0.90</p> <p>UAS R=0.92</p>	<p>UAS photogrammetry</p> <p>Manual defoliation</p> <p>Terrestrial lidar</p>	<p>Convex hull size for best photogrammetric canopy reproduction</p> <p>5 x 5 cm</p>
--	--	--

Petrović, Sečnik, Hočevar and Berk. *Remote Sensing*. November 2022

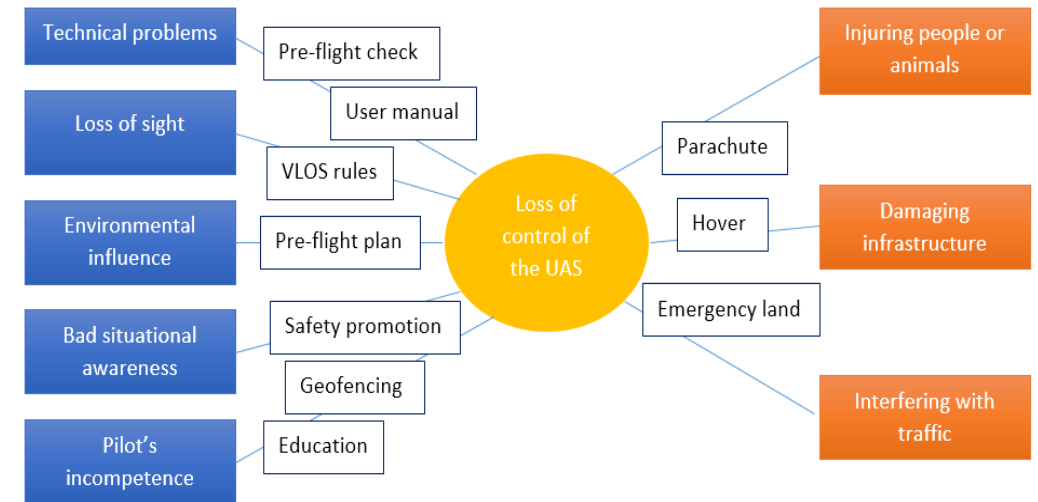
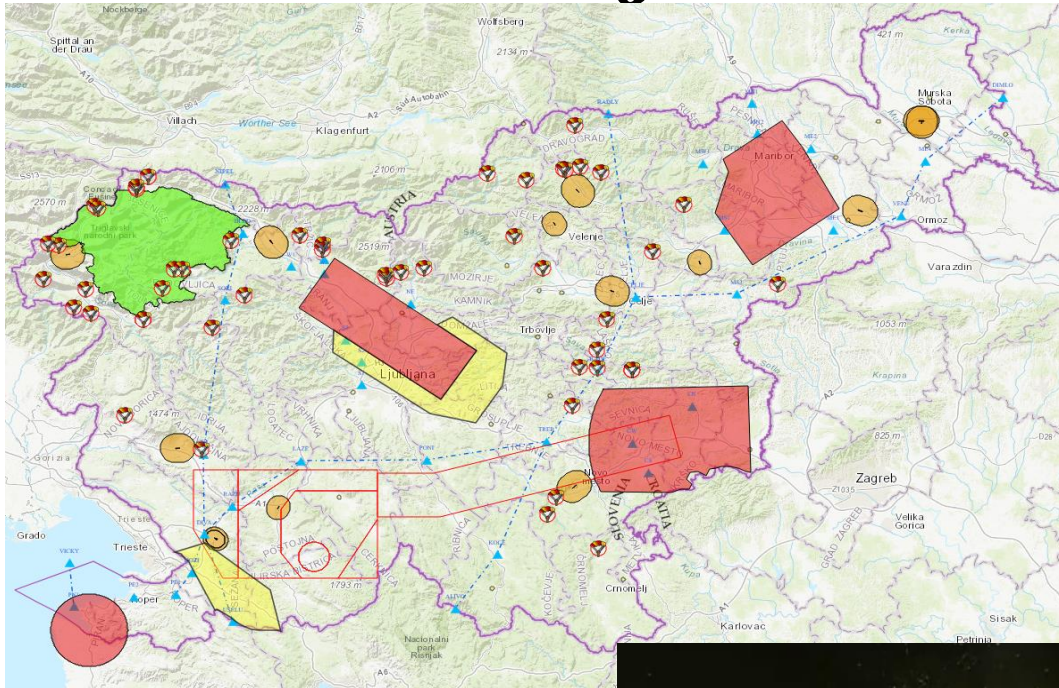


# Laboratorij za aeronavtiko





# Laboratorij za aeronavtiko





# *Laboratorij za aeronavtiko*



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Laboratorij za aeronavtiko



Interdisciplinarni projekt



[GOSPODARSTVO](#) [EU](#) [ZNANOST IN TEHNOLOGIJA](#) [ZDRAVJE](#) [OKOLJE](#) [LOKALNE NOVICE](#) • [ŠTEVILKE](#)



25. 4. 2023 | 15:37

[Znanost in tehnologija](#) >

## Študentje ljubljanske univerze osvojili drugo mesto na tekmovanju brezpilotnih letalnikov v ZDA

Študentsko tekmovanje v Arizoni

G. C. | 21. april 2023 ob 13:26  
Tucson - MMC RTV SLO

Ekipa DBF Edvard Rusjan Team Slovenija, ki jo sestavljajo študentje ljubljanske univerze, je na mednarodnem študentskem tekmovanju DBF (Design/Build/Fly - Zasnui/Izdelaj/Leti) v Tucsonu v Arizoni zasedla drugo mesto.



**FS** UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

## *Dodatne informacije:*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)

<https://web.fs.uni-lj.si/avio>

*Viš. pred. dr. Igor Petrović*  
*igor.petrovic@fs.uni-lj.si*  
*01 4771 613*







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

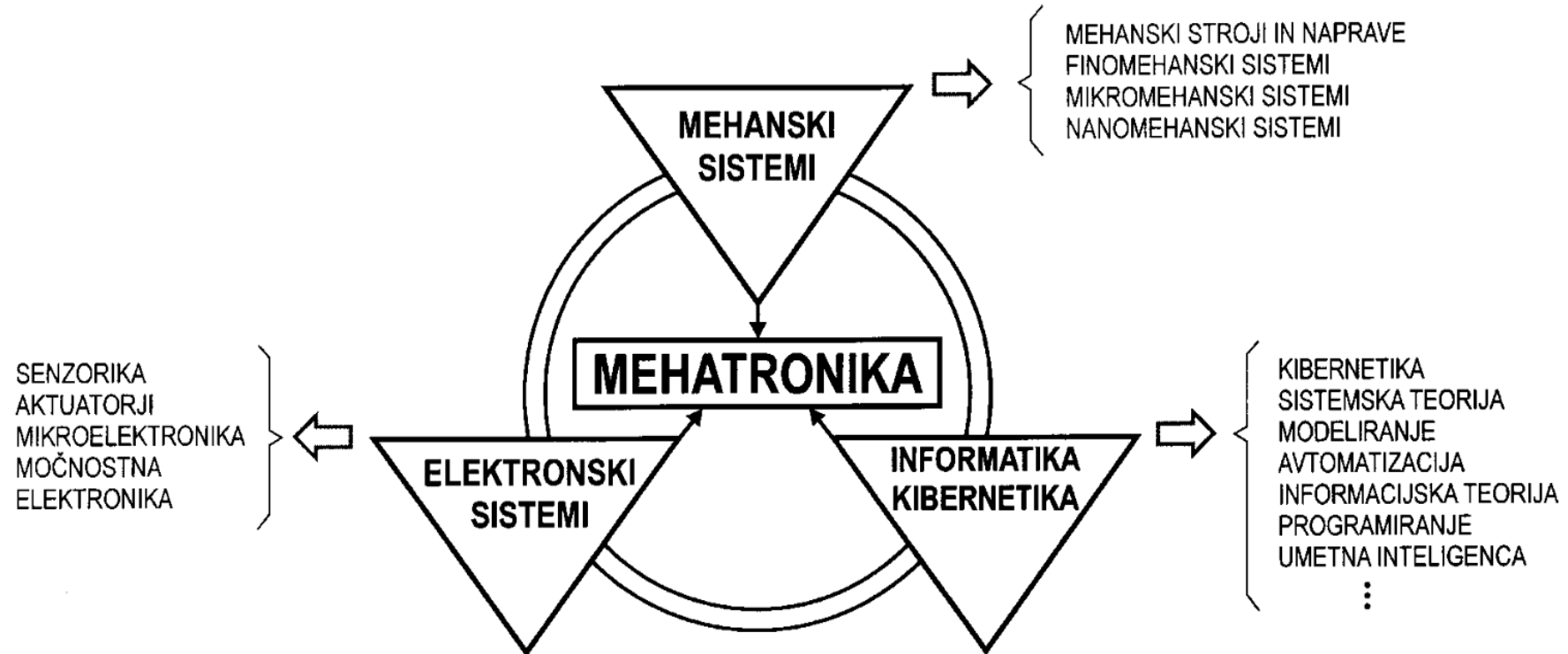
# *Mehatronika*

**Predstavitev študijske smeri na PAP programu**

Ljubljana, 05.06.2024

# Kaj je mehatronika

- **Interdisciplinarna veda**, ki združuje strojništvo, elektroniko in informatiko.



# Zakaj mehatronika?

---

- Poklici sedanjosti in prihodnosti.
- Preobrazba proizvodov iz klasičnih (elektro-)mehanskih v **mehatronske**.
- Primer: avtomobil
  - Elektronika in krmiljenje motorja in prenosa
  - Aktivna kontrola šasije
  - Aktivna varnost
  - Pomoč vozniku
  - Udobje
  - Informatizacija in zabava
  - Avtonomija



**FS**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo



# Predmetnik

- 2. letnik

## Zimski semester

Zap. št.	Učna enota	Nosilec	Predavanje	Seminar	Vaje	Kontaktne ure		Samostojno delo	Skupaj	ECTS
						Klinične vaje	Druge oblike študija			
1	Mehatronika in krmilna tehnika	Drago Bračun	30		30			40	100	4
2	Strojni elementi 1 – PAP	Jernej Klemenc, Marko Nagode	45		45			35	125	5
3	Metodika konstruiranja – PAP	Janez Benedičič, Nikola Vukašinovič	30		30			40	100	4
4	Tehnologije v proizvodnji 2	Damjan Klobčar, Tomaž Pepelnjak	45		45			35	125	5
5	Vzdrževanje	Franc Majdič, Marko Polajnar, Mitjan Kalin	30		30			40	100	4
6	Prenos toplote in snovi	Andrej Kitanovski	30		30			40	100	4
7	Osnove programiranja	Bojan Starman, Miroslav Halilovič, Nikolaj Mole	30		30			40	100	4
<b>SKUPAJ</b>			<b>240</b>	<b>0</b>	<b>240</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>270</b>	<b>750</b>	<b>30</b>
<b>DELEŽ</b>			<b>32,0 %</b>		<b>32,0 %</b>			<b>36,0 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

# Predmetnik

## Letni semester

- 2. letnik

Zap. št.	Učna enota	Nosilec	Predavanje	Seminar	Vaje	Kontaktne ure		Samostojno delo	Skupaj	ECTS
						Klinične vaje	Druge oblike študija			
1	Energetski stroji in naprave – PAP	Mihael Sekavčnik	30		30			65	125	5
2	Merilni praktikum	Jože Kutin	30		30			65	125	5
3	Programirljivi logični krmilniki	Drago Bračun, Janez Diaci	30		30			40	100	4
4	Mehatronski aktuatorji	Primož Podržaj	30		30			40	100	4
5	Programiranje v mehatroniki	Marjan Jenko	30		30			40	100	4
6	Strokovni izbirni predmet S01*		30		30			40	100	4
7	Izbirni predmet 01**		30		30			40	100	4
<b>SKUPAJ</b>			<b>210</b>	<b>0</b>	<b>210</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>330</b>	<b>750</b>	<b>30</b>
<b>DELEŽ</b>			<b>28,0 %</b>		<b>28,0 %</b>			<b>44,0 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

# Predmetnik

- 3. letnik

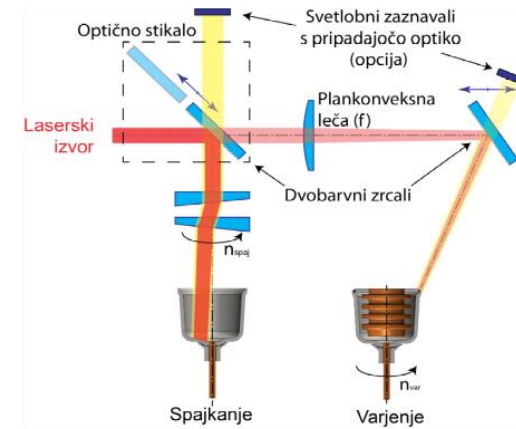
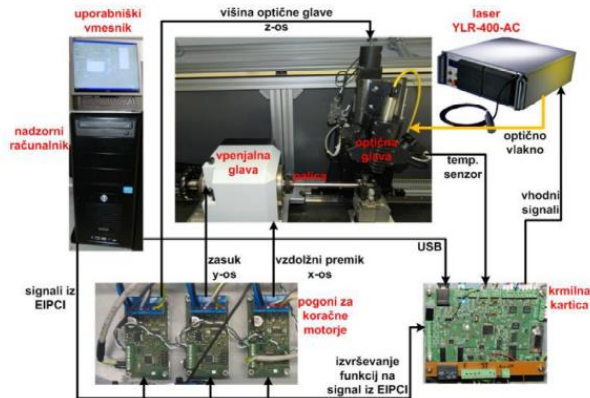
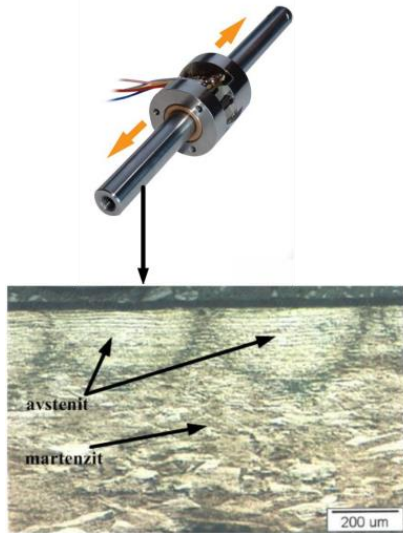
## Zimski semester

Zap. št.	Učna enota	Nosilec	Predavanje	Seminar	Vaje	Kontaktne ure		Samostojno delo	Skupaj	ECTS
						Klinične vaje	Druge oblike študija			
1	Robotski sistemi – PAP	Rok Vrabič	30		30			40	100	4
2	Laserska tehnika	Matija Jezeršek	30		30			40	100	4
3	Krmiljenje mehatronskih sistemov	Dominik Kozjek, Primož Podržaj	30		30			40	100	4
4	Strojni vid	Drago Bračun	30		30			40	100	4
5	Splošni izbirni predmet 2		15		15			45	75	3
6	Splošni izbirni predmet 3		15		15			45	75	3
7	Strokovni izbirni predmet S02		30		30			40	100	4
8	Strokovni izbirni predmet S03		30		30			40	100	4
<b>SKUPAJ</b>			<b>210</b>	<b>0</b>	<b>210</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>330</b>	<b>750</b>	<b>30</b>
<b>DELEŽ</b>			<b>28,0 %</b>		<b>28,0 %</b>			<b>44,0 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



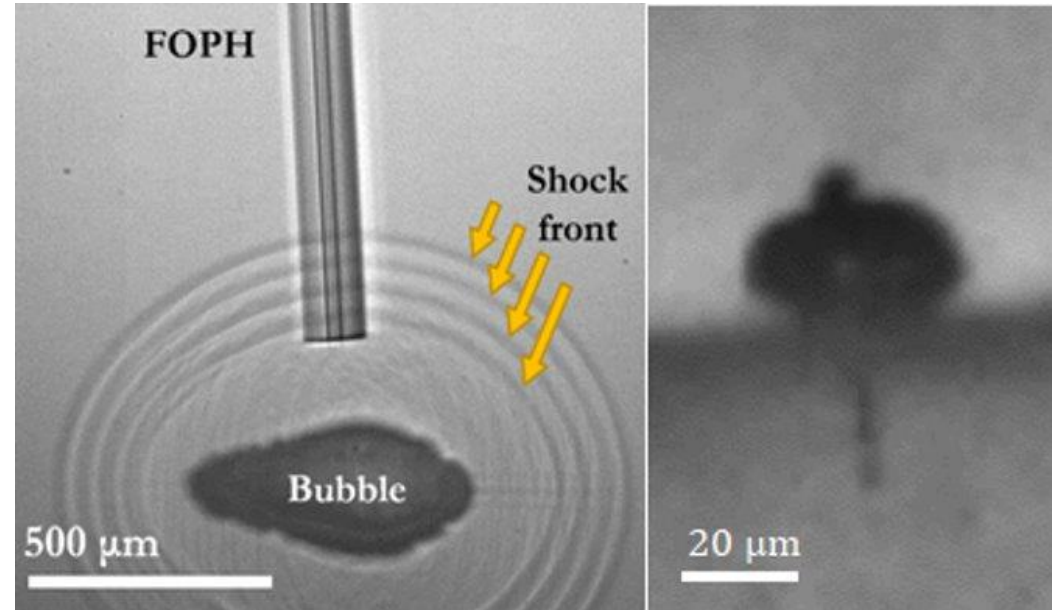
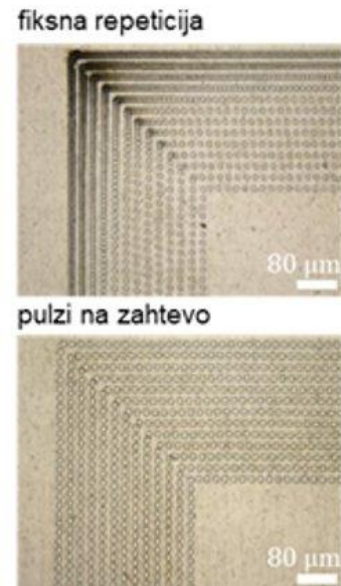
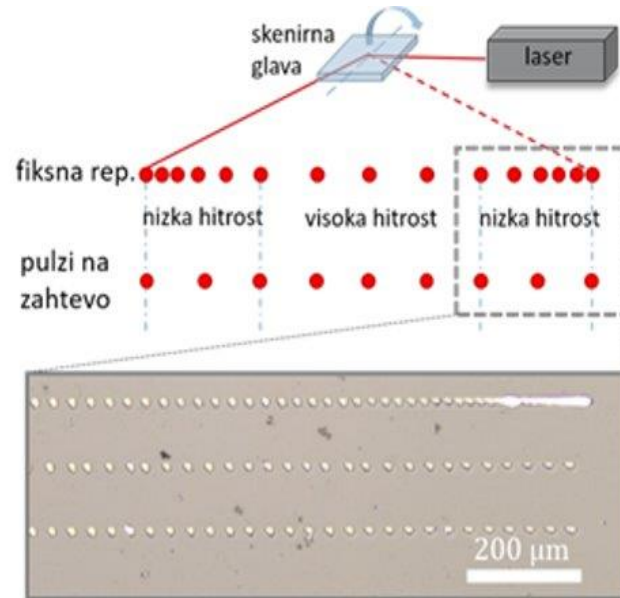
# Mehatronika v praksi

- Laserski sistemi v industriji



# Mehatronika v praksi

- Visokoprilagodljivi laserji v medicini in industriji

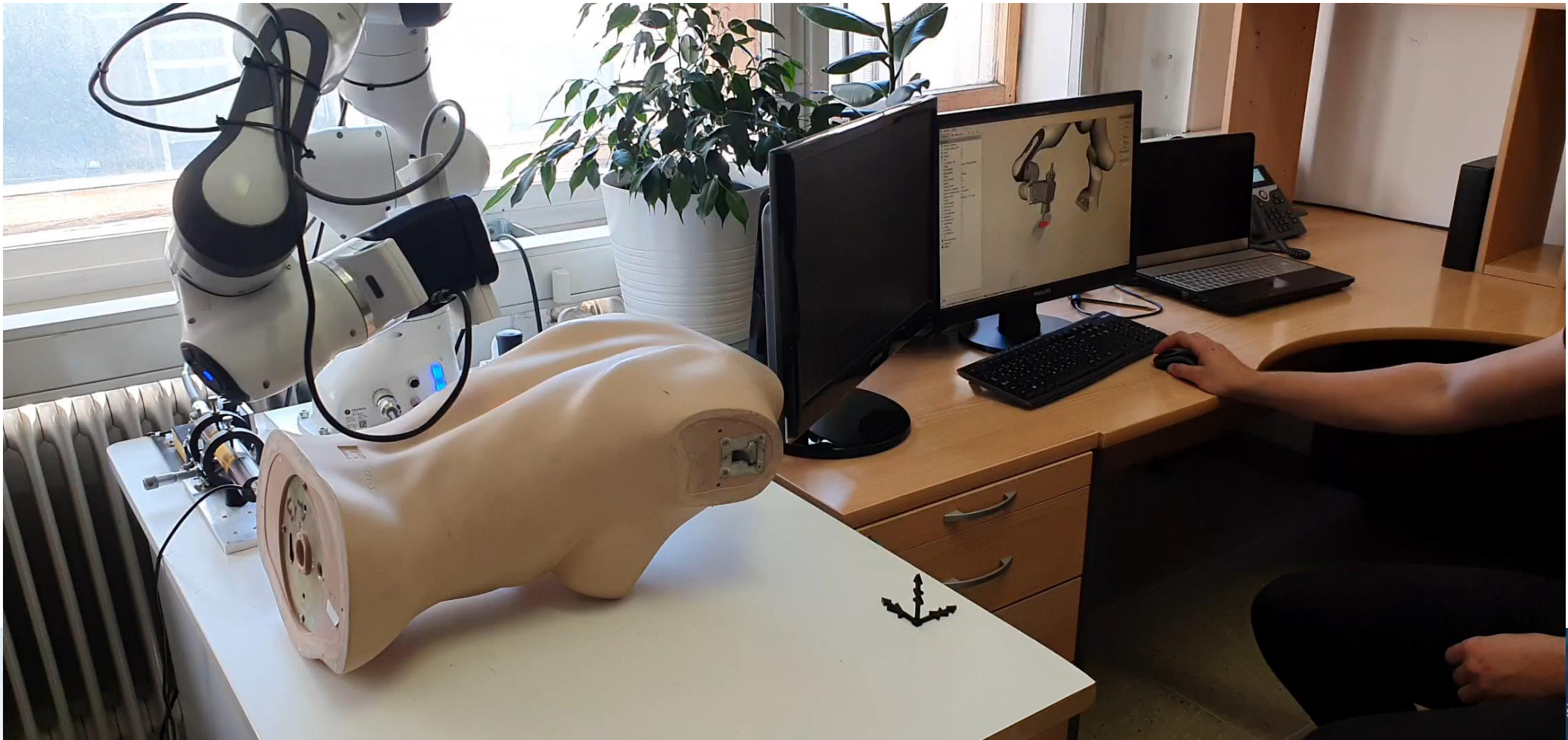




# *Mehatronika v praksi*

---

- Laserski medicinski robot

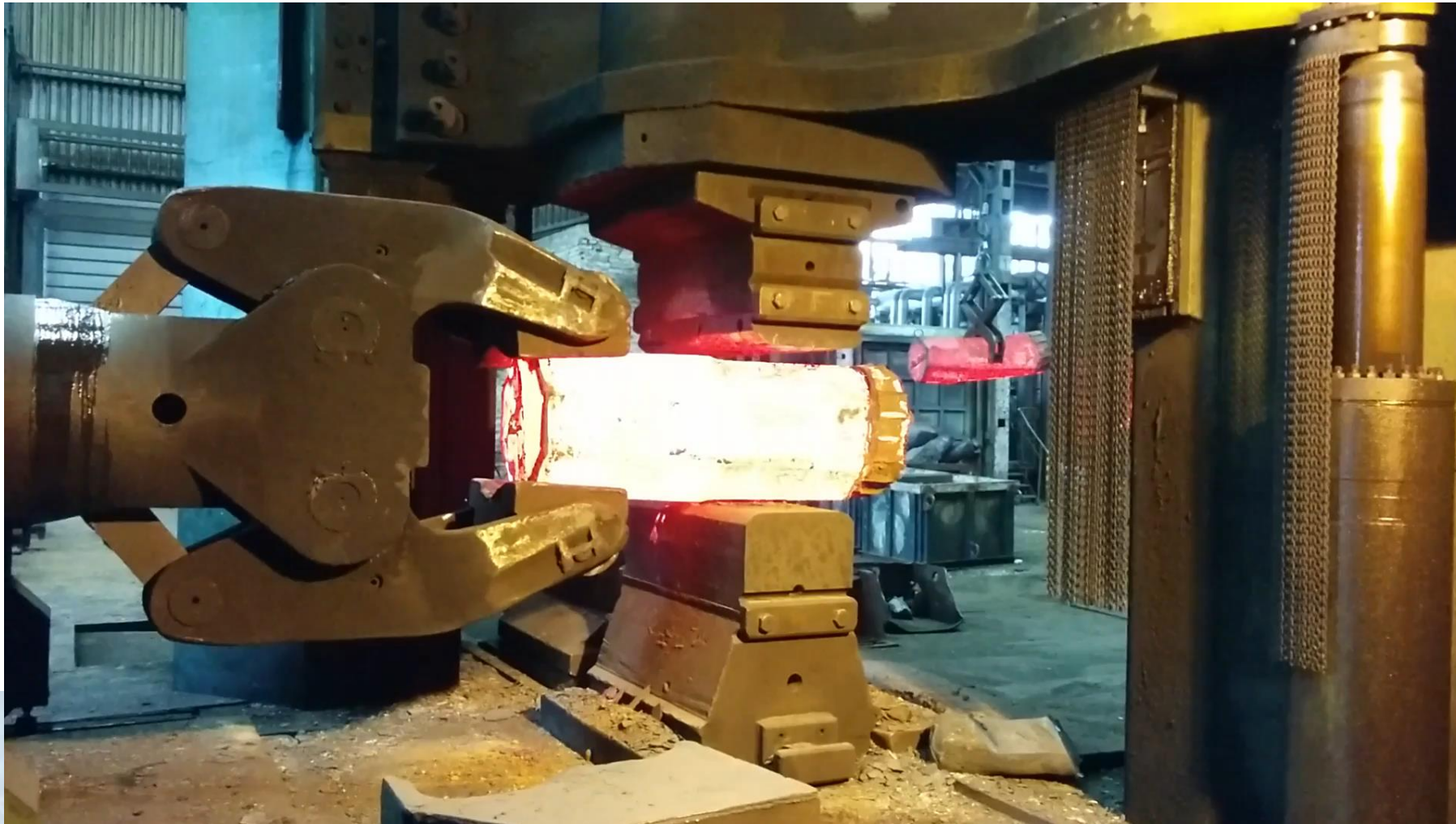




# *Mehatronika v praksi*

---

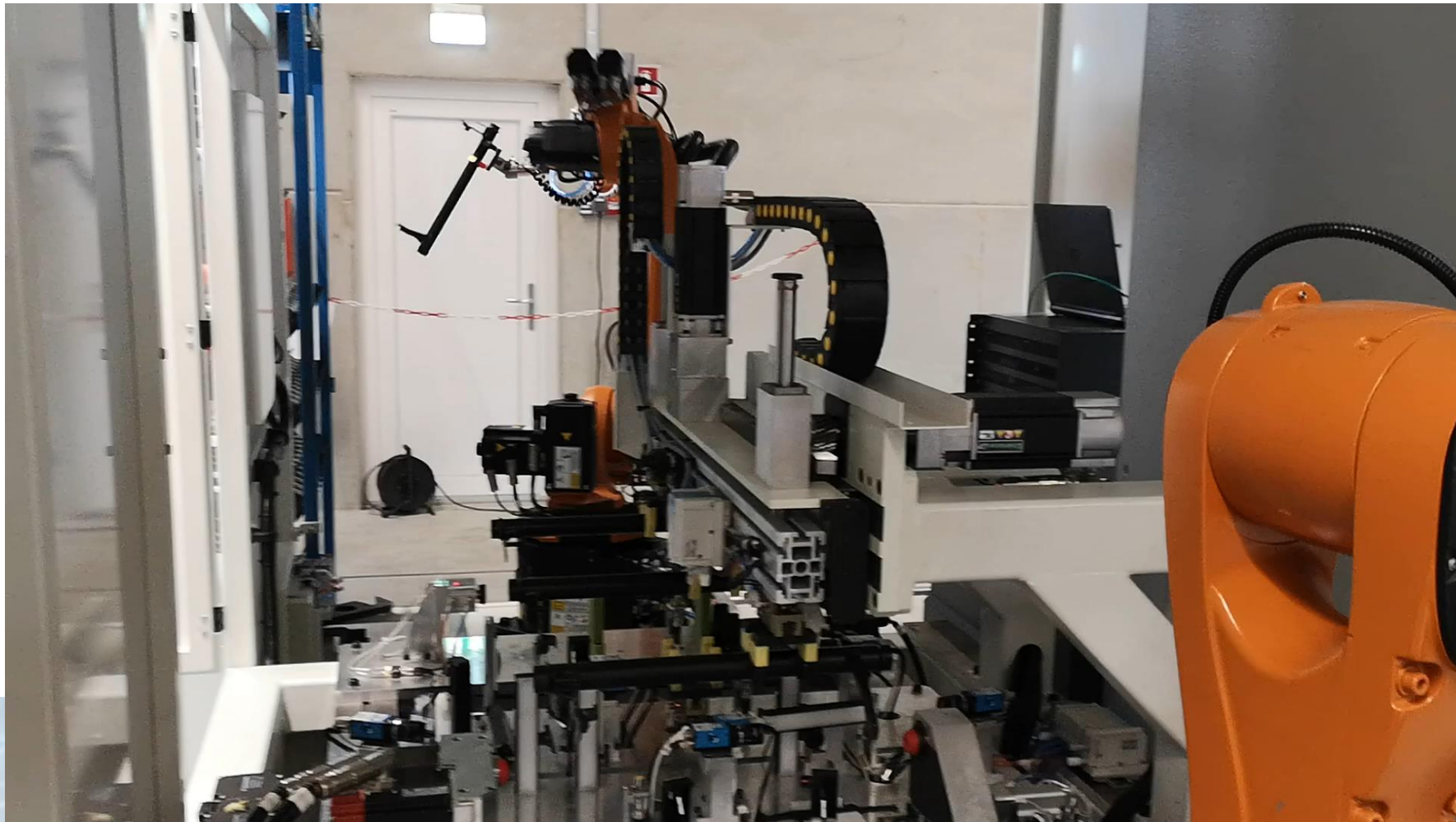
- Daljinsko merjenje 3D geometrije odkovkov z lasersko triangulacijo



# *Mehatronika v praksi*

---

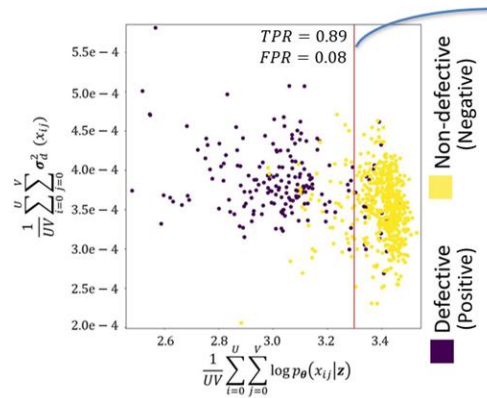
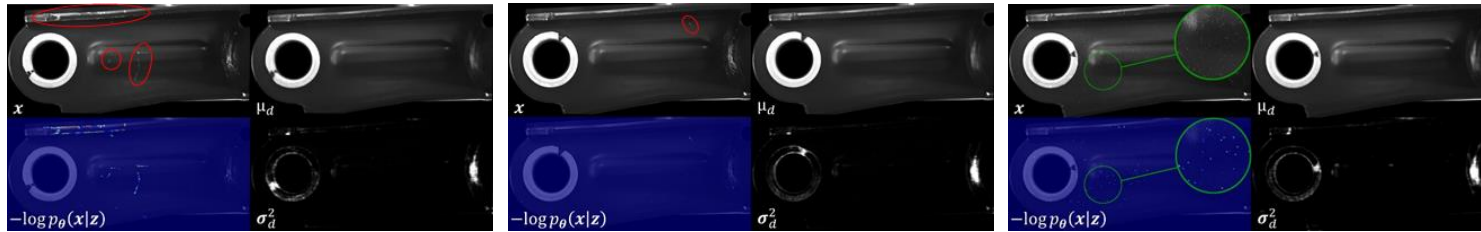
- Kontrola kakovosti in sortiranje izdelkov na osnovi površinskih napak



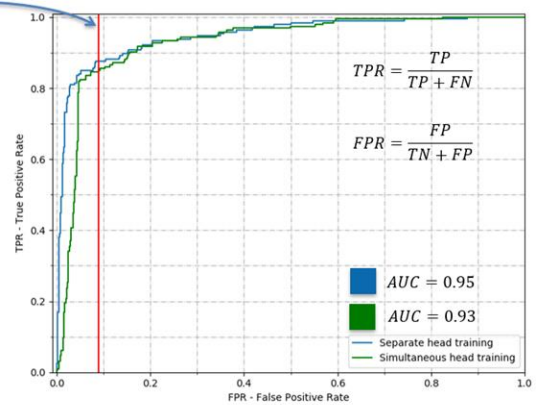


# Mehatronika v praksi

- Strojni vid z globokim učenjem



Srednja vrednost logaritmiranega verjetja in variance za slabe in dobre kose

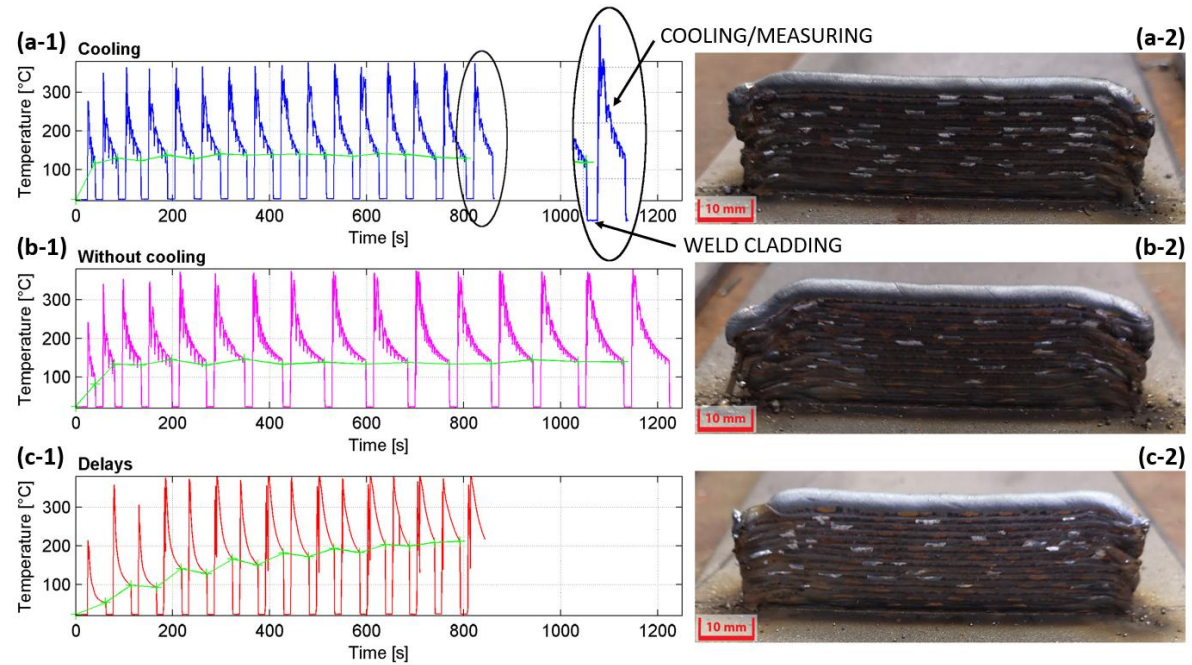
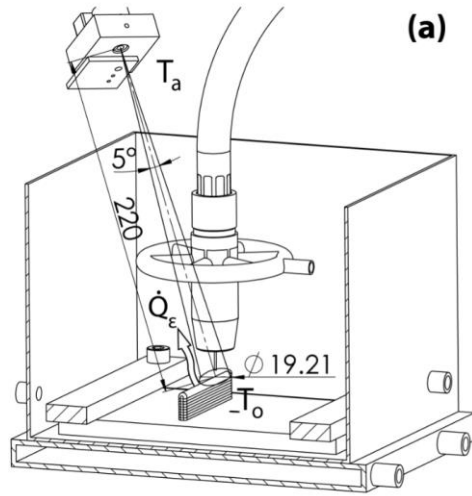


ROC krivulja s spreminjanjem različnih mejnih srednjih vrednosti  $\log p_{\theta}(x|z)$



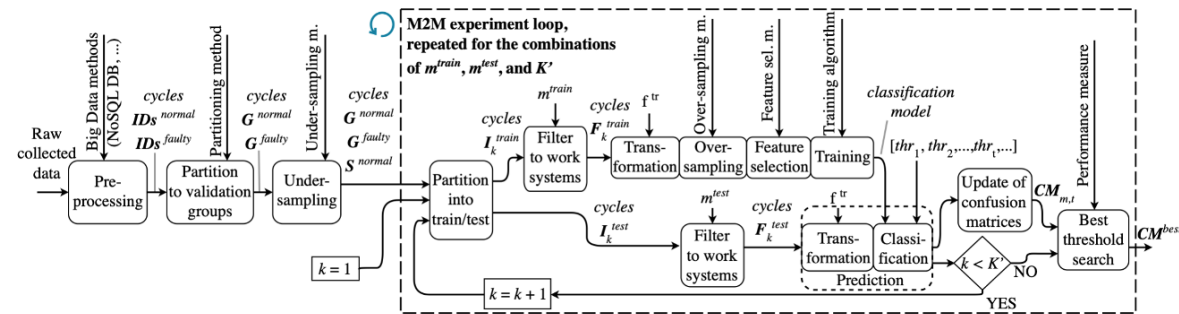
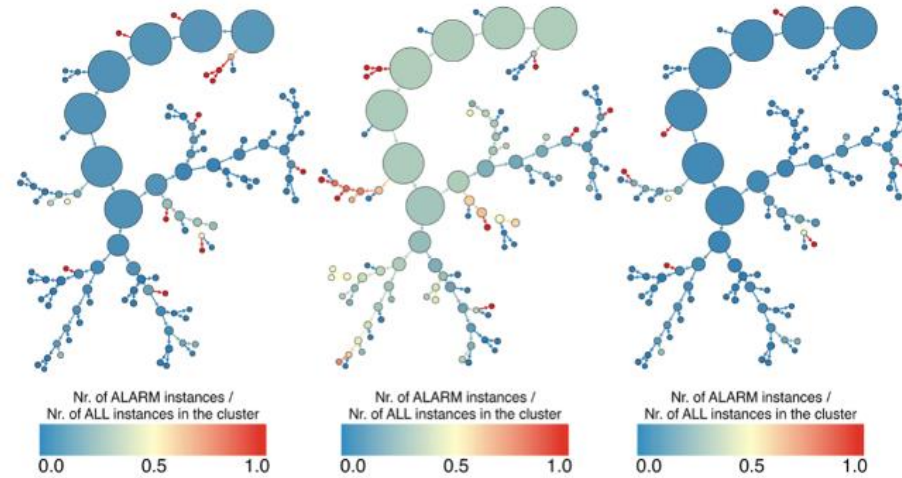
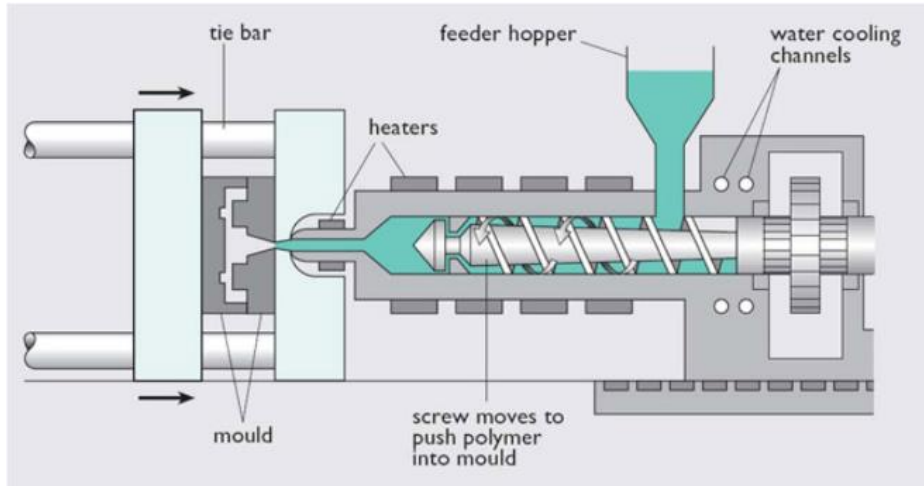
# Mehatronika v praksi

- 3D tisk z navarjanjem



# Mehatronika v praksi

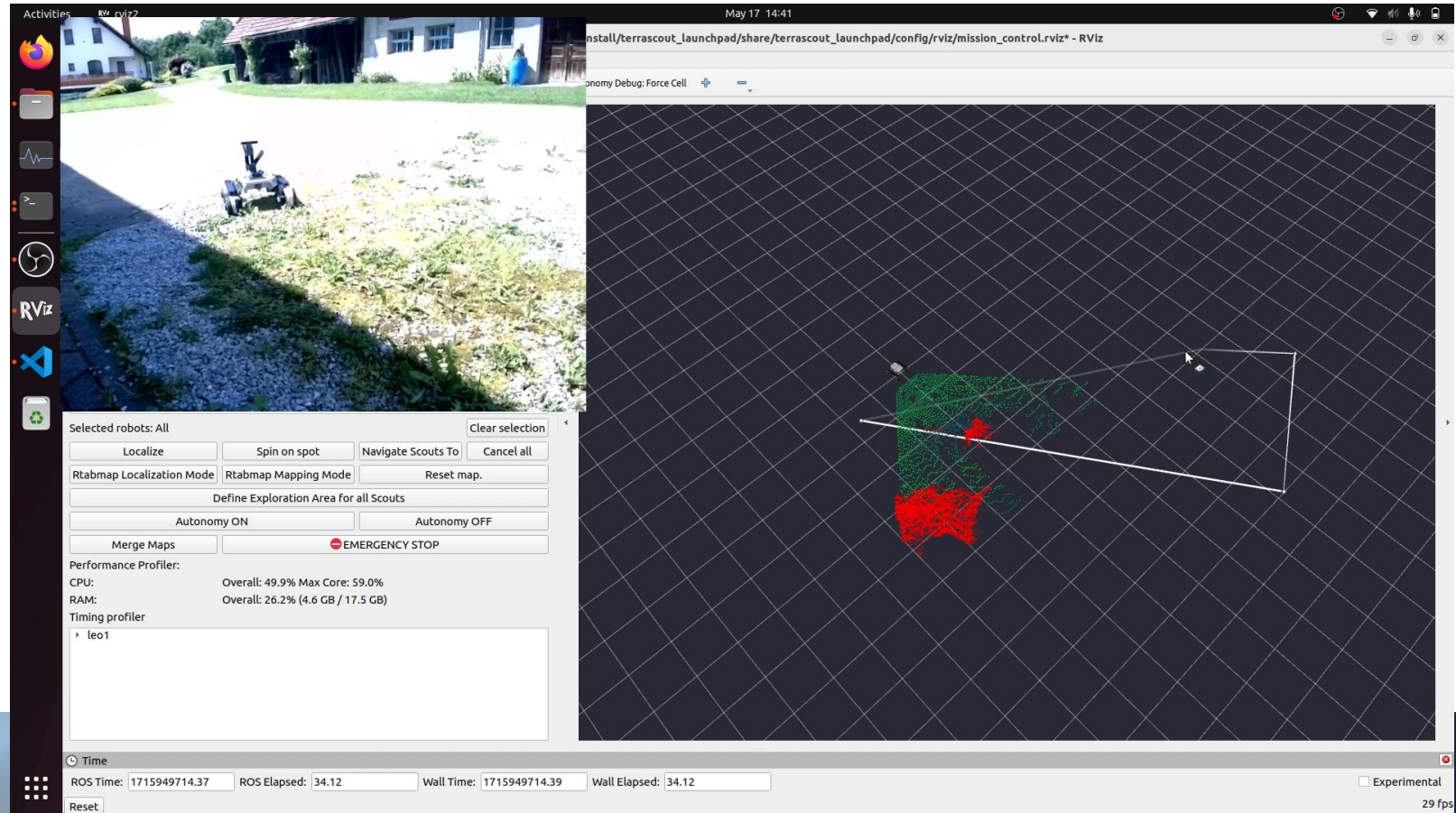
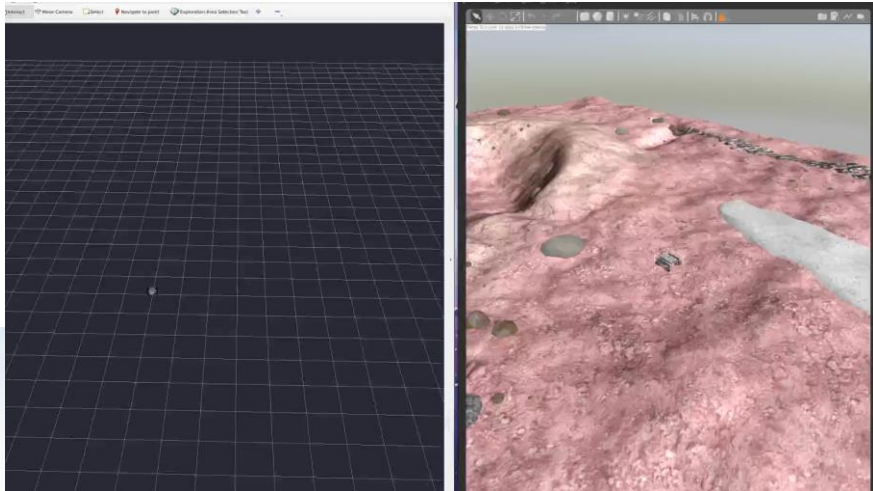
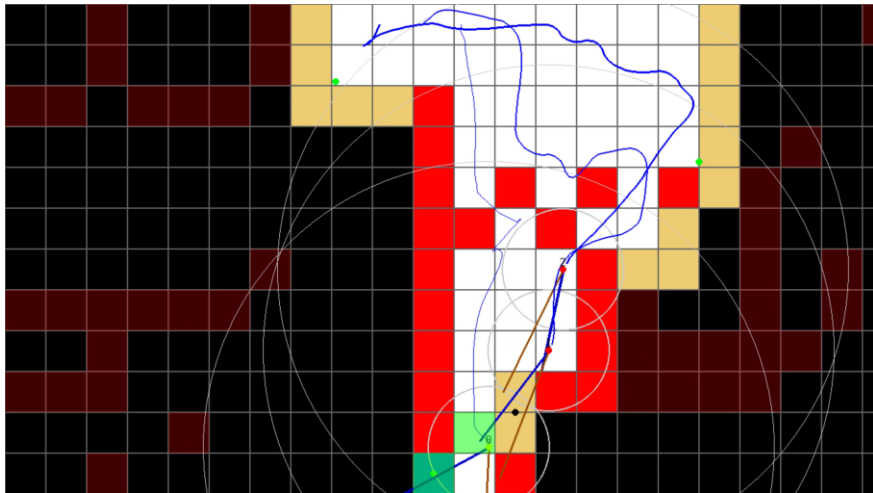
- Analiza vzrokov zastojev pri procesu brizganja plastike





# Mehatronika v praksi

- Avtonomno kartiranje terena z robotskimi roverji







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FS**

Fakulteta  
za strojništvo

*Hvala za vašo pozornost!*

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)

