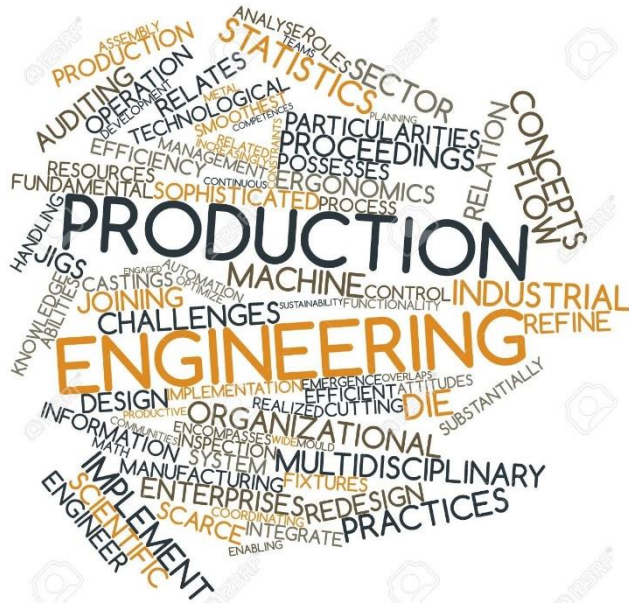

Predstavitev smeri PROIZVODNO STROJNIŠTVO



- Pametne tovarne
- Tehnologije odrezavanja
- Tehnologije preoblikovanja
- Aditivne tehnologije
- Mikroizdelovalne tehnologije
- Tehnologije spajanja
- Toplotna obdelava
- Strega, montaža in logistika
- Zagotavljanje kakovosti



PROIZVODNO STROJNIŠTVO

(PRODUCTION ENGINEERING)

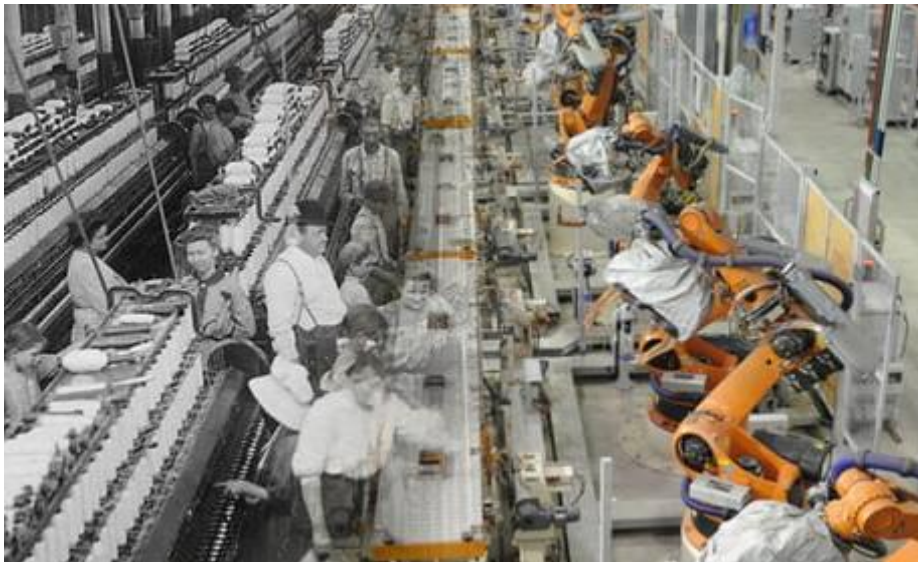
- ... Kaj to je?
- ... Kaj dejansko to pomeni?
- ... Definicija

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

Moderno proizvodno strojništvo



- Pametne tovarne in digitalni dvojčki
- Kriogeno odrezavanje
- Inkrementalno preoblikovanje
- Zaostale napetosti
- Varjenje z gnetenjem
- Pametni materiali, izdelki in stroji
- Sodelovanje človek-stroj/robot



KOMPLEKSNI IZDELKI

Velika variantnost



**prilagodljive
PROIZVODNE
TEHNOLOGIJE**

Laboratoriji

■ 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 sinergetiko, [LASIN](#)



■ Laboratorij za varjenje [LAVAR](#)

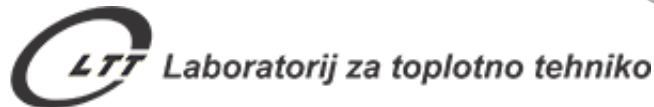


■ Laboratorij za mehatroniko, proizvodne sisteme in avtomatizacijo [LAMP](#) **LAMP**

■ Laboratorij za toplotno obdelavo in preiskavo materialov [LATOP](#)



■ Laboratorij za toplotno tehniko [LTT](#)



Predmetnik

1. semester

Mikroizdelovalne tehnologije (nosilec: Joško Valentinčič)
Napredni odrezovalni procesi (nosilec: Franci Pušavec)
Toplotna obdelava (nosilec: Roman Šturm)
Strokovni izbirni predmet SO1
Strokovni izbirni predmet SO2
Splošni izbirni predmet 1

2. semester

Napredni preoblikovalni procesi (nosilec: Tomaž Pepelnjak)
Montažni in strežni sistemi (nosilec: Niko Herakovič, Marko Šimic)
Planiranje in organizacija proizvodnje (nosilec: Tomaž Berlec)
Strokovni izbirni predmet SO3
Strokovni izbirni predmet SO4
Splošni izbirni predmet 2

3. semester

Inženirstvo kakovosti (nosilec: Davorin Kramar)
CAM sistemi (nosilec: Franci Pušavec)
Aditivne tehnologije (nosilec: Damjan Klobčar, Edvard Govekar)
Pametne tovarne (nosilec: Niko Herakovič, Marko Šimic)
Strokovni izbirni predmet SO5
Strokovni izbirni predmet SO6

4. semester

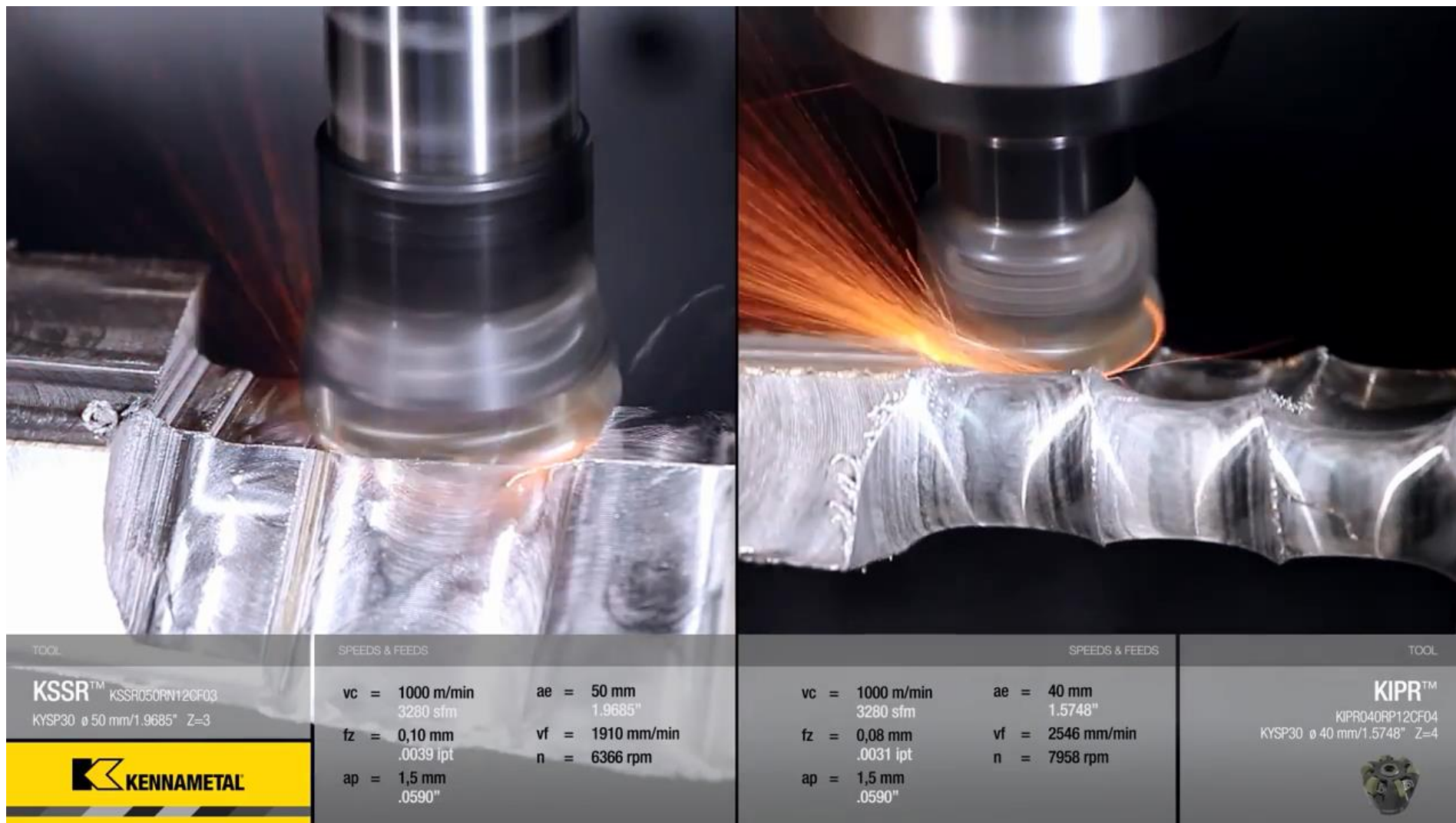
Raziskave v strojništvu
Projektni praktikum – MAG
Magistrska naloga



Sodobni obdelovalni stroji in oprema

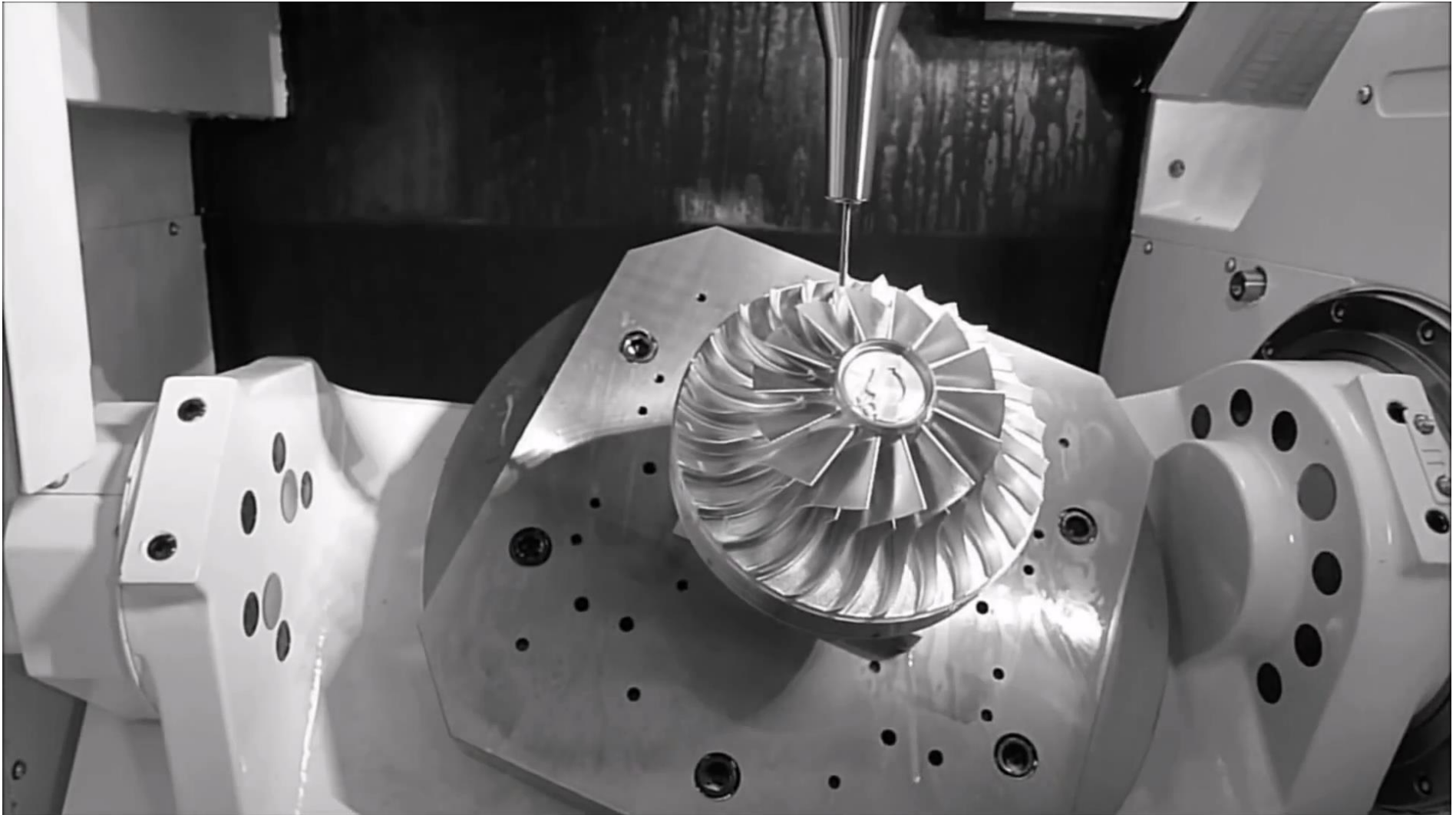


Moderne tehnologije odrezavanja - turbinske lopatice



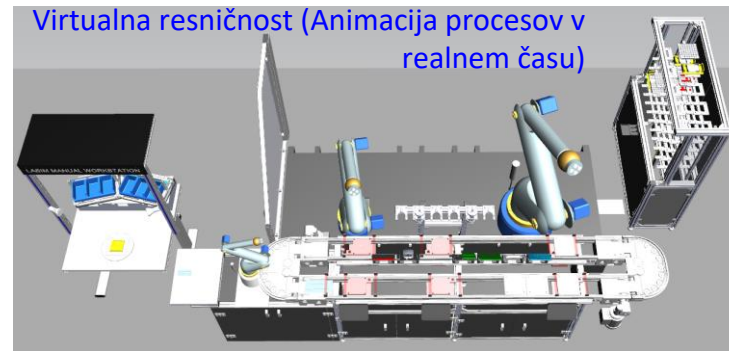
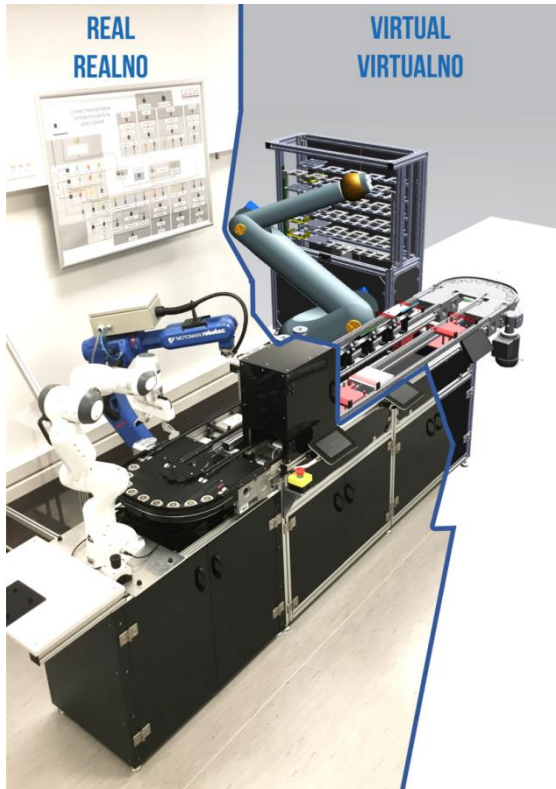
magistrsko delo: KERN, Matjaž. Frezanje težko obdelovalnih zlitin s keramičnimi orodji

Moderni obdelovalni stroji - 5 osna obdelava



Pametne tovarne

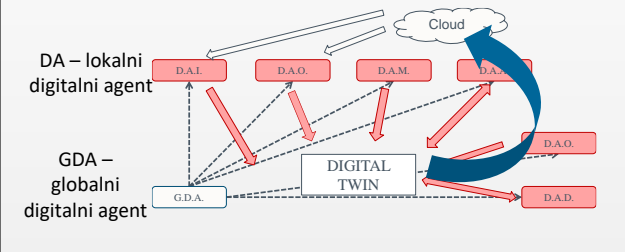
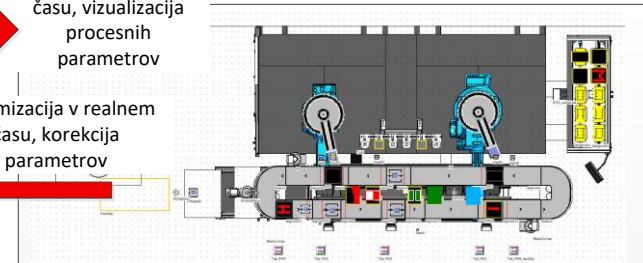
- **DEMO Center Pametna tovarna** predstavlja eno od osrednjih infrastruktur, kjer lahko študenti spoznavajo in delajo na ključnih tehnologijah Industrije 4.0 kot so Digitalni dvojčki in digitalni agenti; porazdeljeni sistemi, vele podatki in računanje na robu (5G tehnologija v industriji), RFID, Virtualna (VR) in razširjena (AR) resničnost, pametna ročna delovna mesta, kolaborativni in industrijski roboti, avtonomna vozila v logistiki, itd.



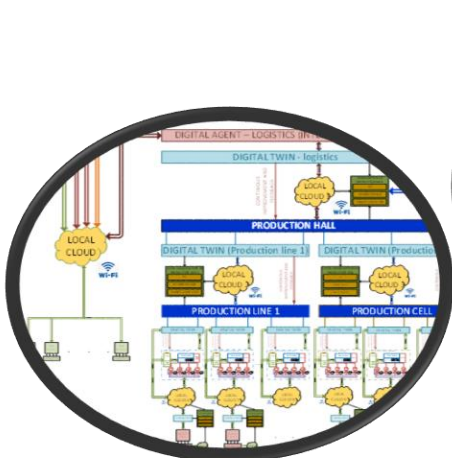
Digitalni dvojček realnega sistema z digitalnimi agenti (GDA, DA)

Zajem v realnem času, vizualizacija procesnih parametrov

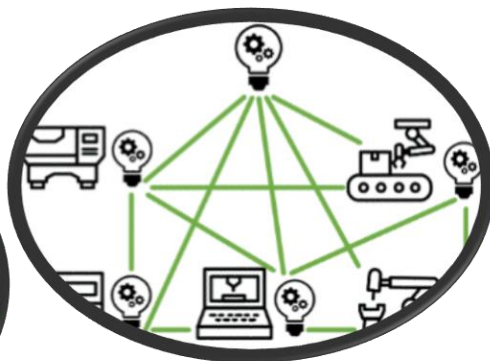
Optimizacija v realnem času, korekcija parametrov



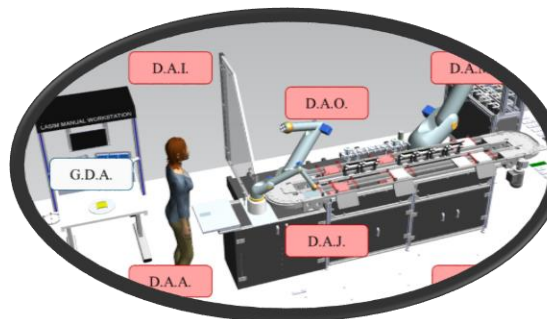
Ključne tehnologije pametne tovarne



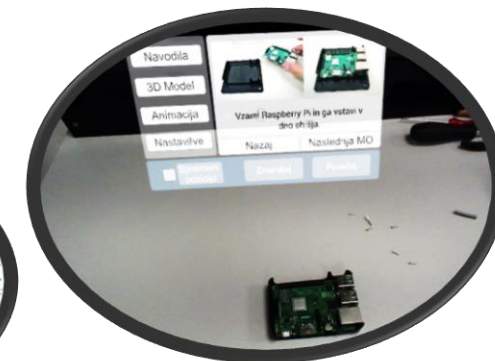
Arhitekturni modeli
Pametna tovarna



Porazdeljeni sistemi in
računanje na robu



DIGITALIZACIJA
Digitalni dvojčki



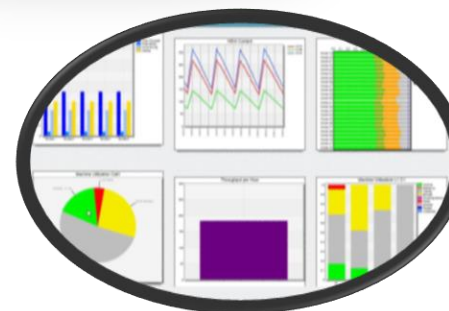
Virtualna (VR) in
navidezna (AR) resničnost



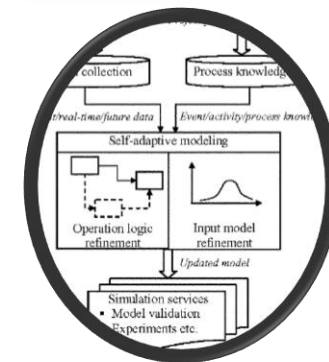
Pametna montaža in strega



Kolaborativna robotika v
stregi in montaži



Modeliranje,
simulacija, podatkovna
analitika

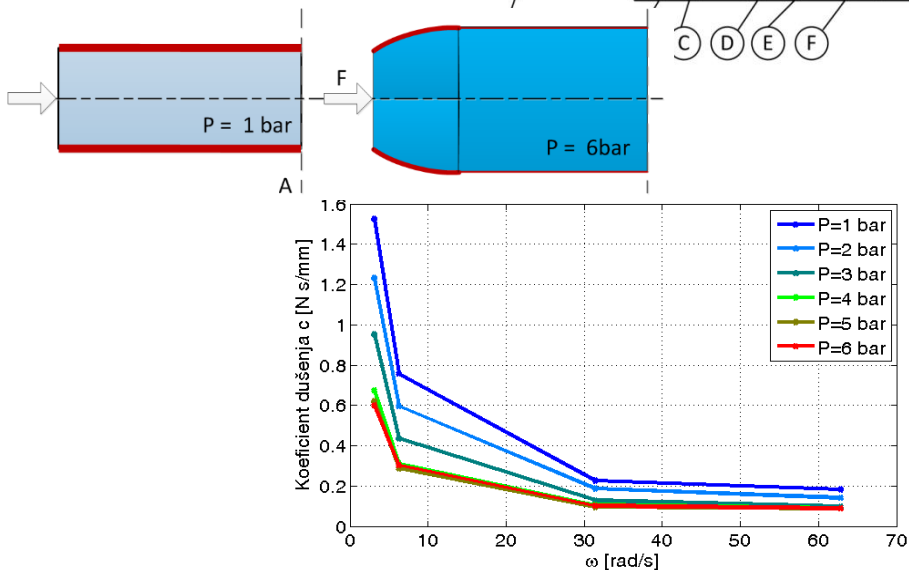
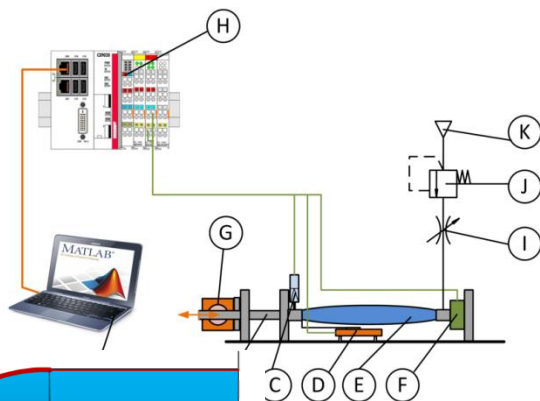


Umetna inteligenca,
algoritmi

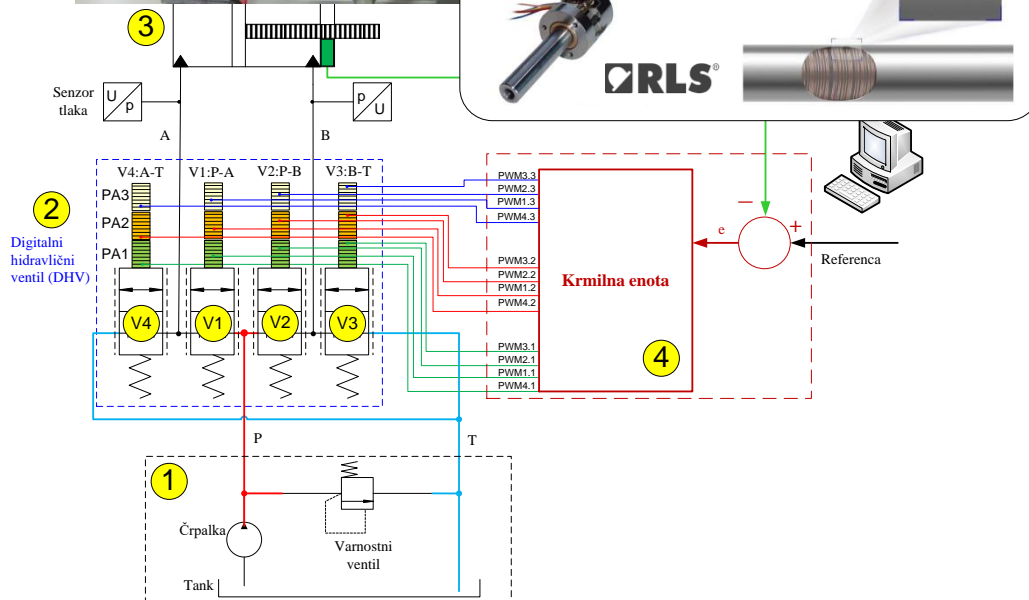
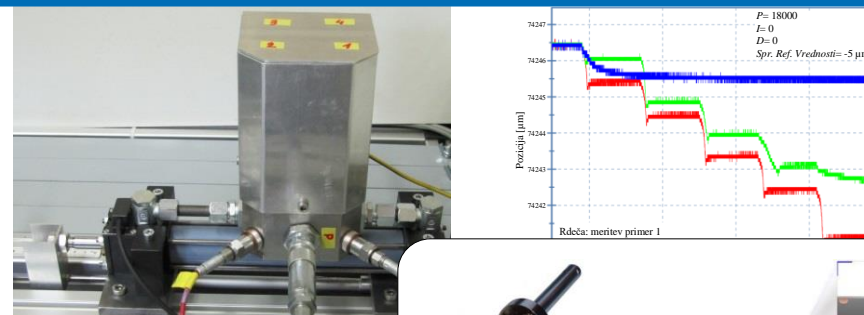


Napredni montažni in strežni sistemi

Inovativne rešitve na področju pnevmatike, pnevmatične mišice in krmilni algoritmi.



Energijsko učinkovite komponente za fleksibilne in precizne hidravlične montažne in strežne naprave



JERNEJ, Protner: Krmilni algoritem antagonistično povezanih pnevmatičnih mišic (MAG)

POŽAR, Martin: Izboljšava krmilnega algoritma za pozicijsko regulacijo hidravlične linearne osi z digitalnim ventilom (MAG)



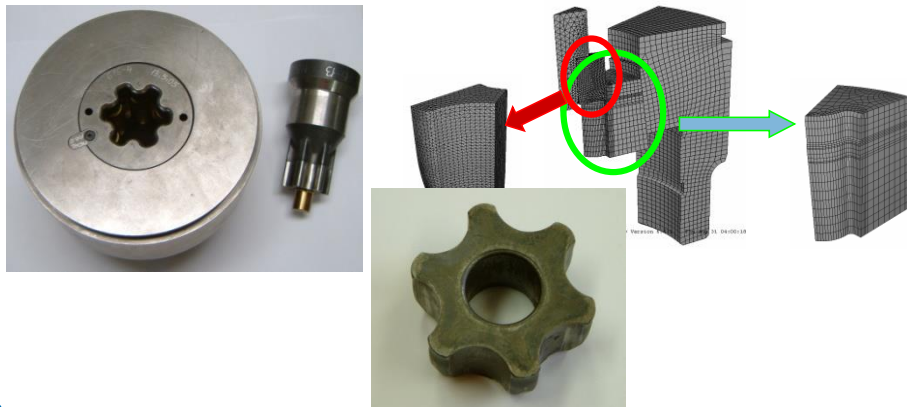
Stroj za brizganje plastike



Preoblíkovanje

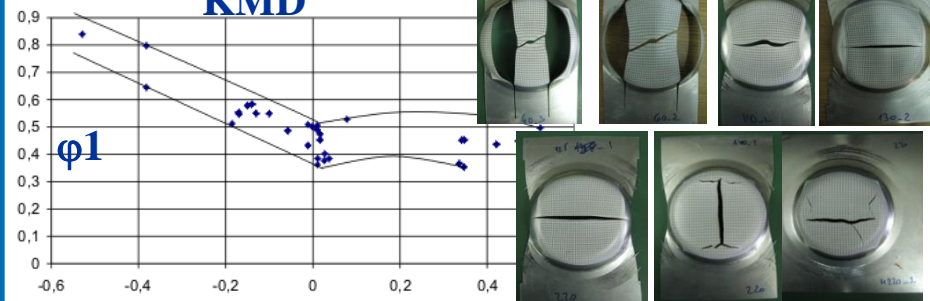


Preoblíkovanje kovin



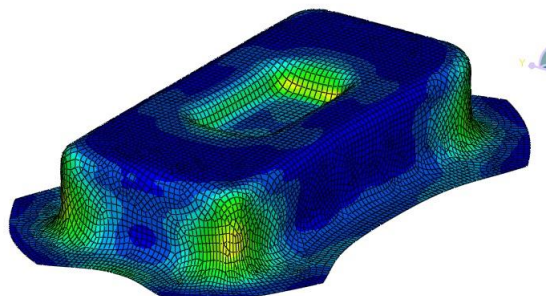
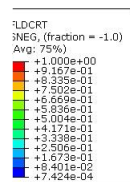
Krivulje mejnih deformacij

KMD



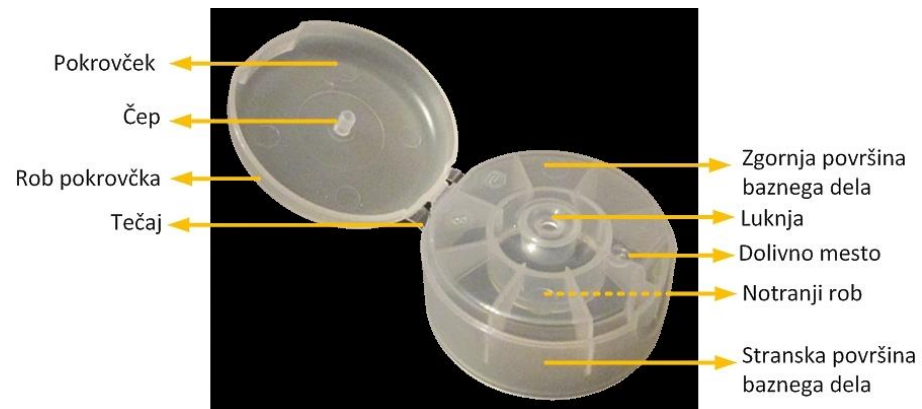
Numerične simulacije

03_1p5mm_R5_H10



ODB: DC03_1p5mm_R5_H10_21p81327061697.843.odb Abaqus/Explicit Version 6.7-1 Sat Dec 17 12:35:23 Central E

Preoblí. nekovinskih gradiv



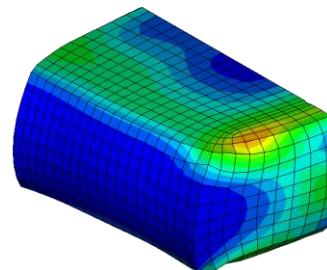
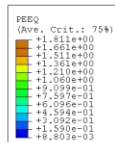
Preoblikovanje



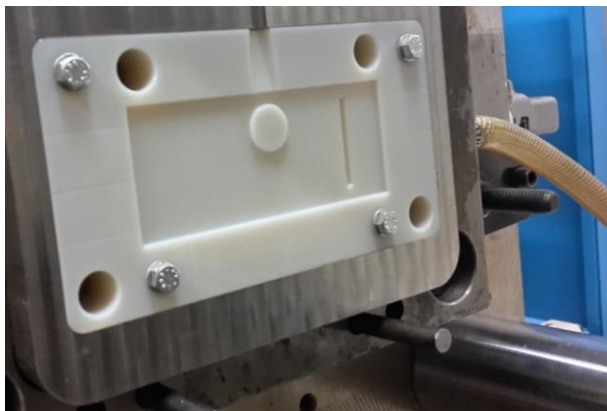
Novi preoblikovalni postopki
Inkrementalno preoblikovanje



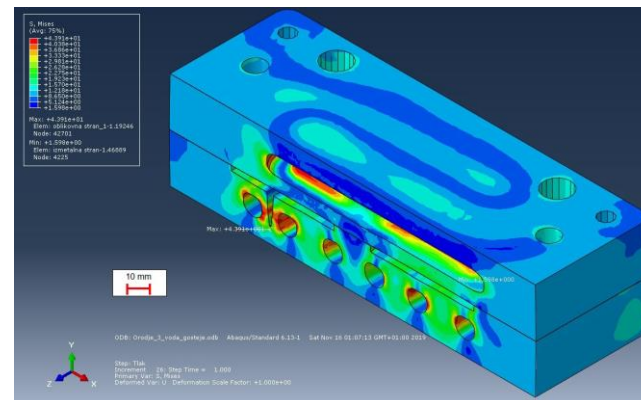
Preoblikovanje Mg-zlitin, redke
zemlje Gadolinij



Mag. delo 1



Mag. delo 2

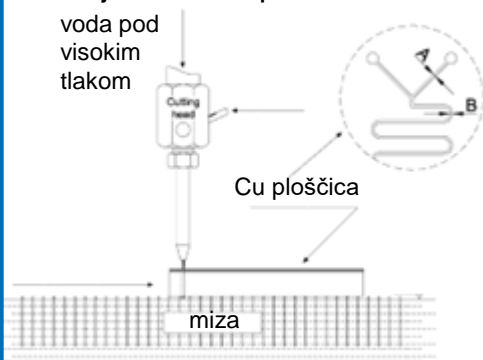


Mikroizdelovalne tehnologije

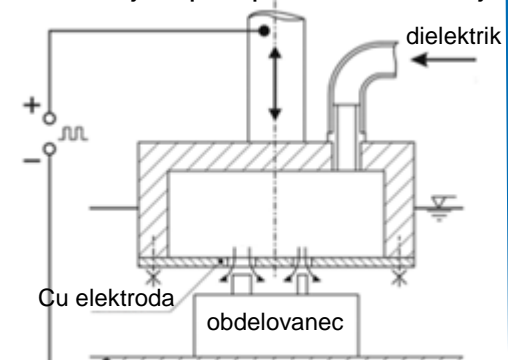
Razvoj novih mikroizdelovalnih verig
Primer izdelovalne verige za mikroreaktorje:

- abrazivni vodni curek
- potopna elektroerozija

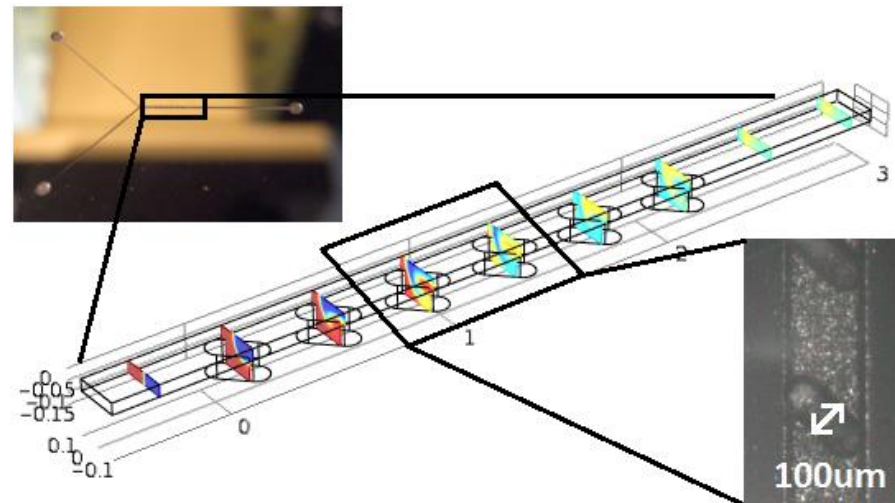
Rezanje bakrene ploščice z AVC



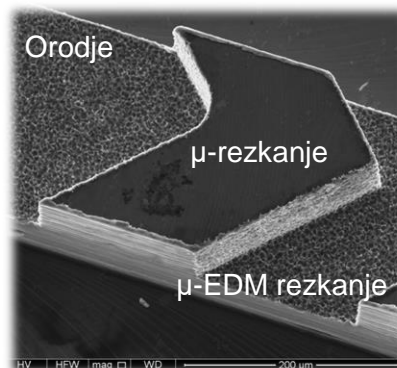
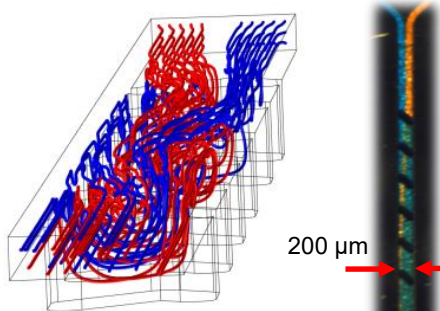
Erodiranje s potopno elektroerozijo



Načrtovanje mikroizdelkov
Primer mikromešalnika:

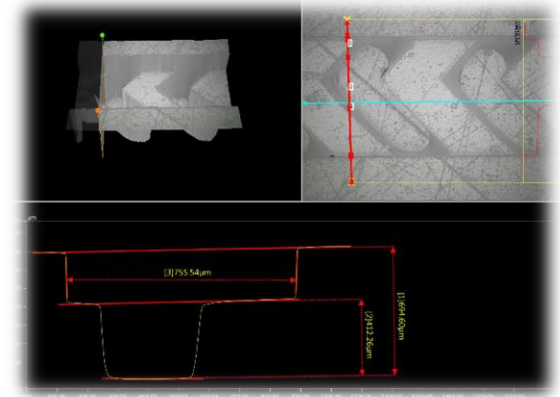
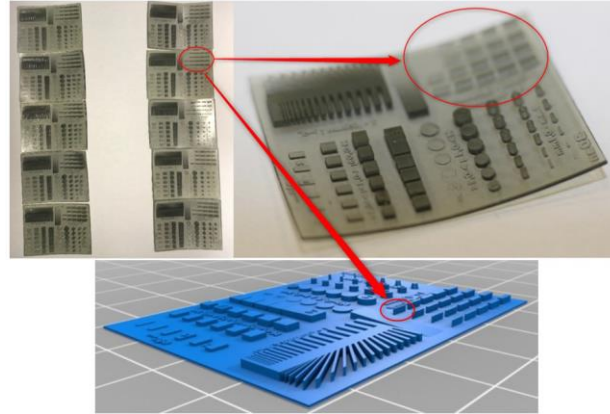
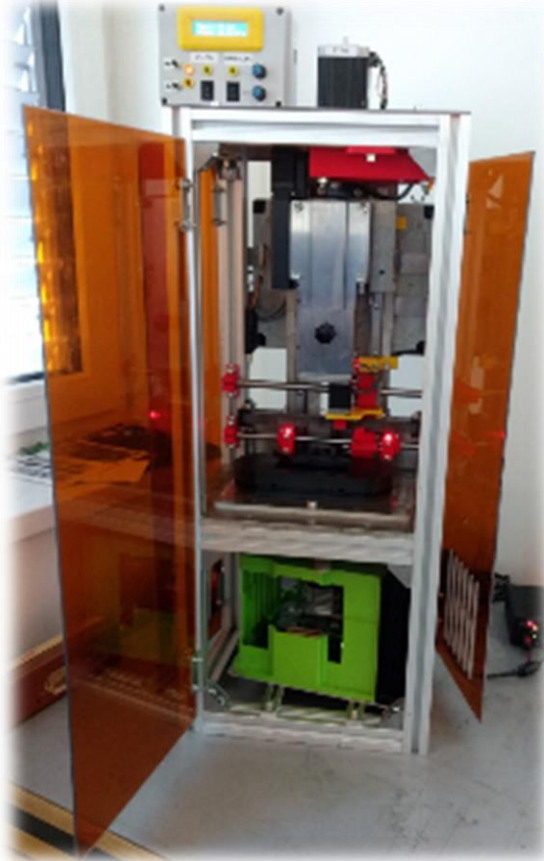


Načrtovanje mikrofluidne enote za masovno proizvodnjo
Primer mikroreaktor:



Aditivne tehnologije

Razvoj stereolitografskega 3D-tiskalnika primernega za mikroizdelke:



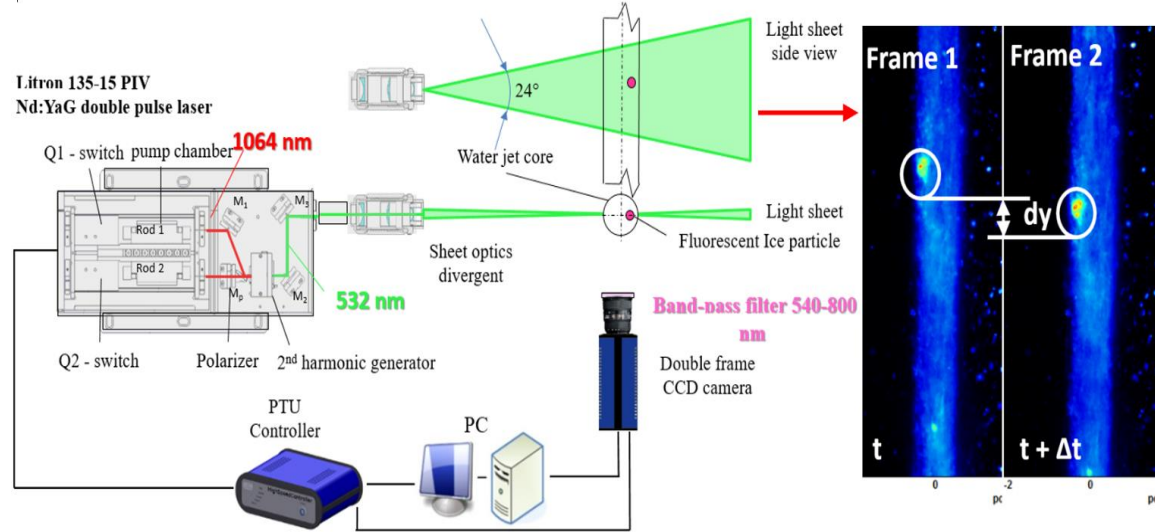
SLA DLP:

- delovno območje (x-y-z): 30x20x25 mm
- ločljivost: 20 μm
- višina sloja tiskanja (najmanjša): 2 μm



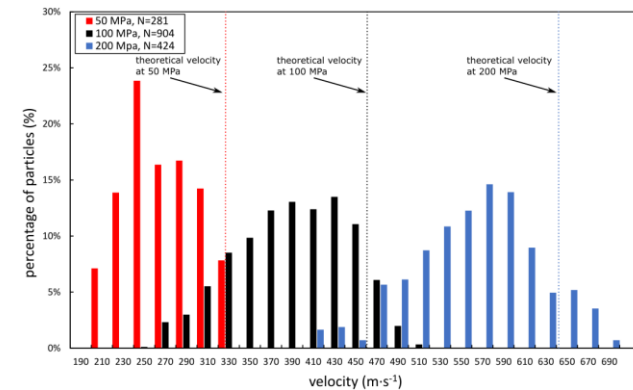
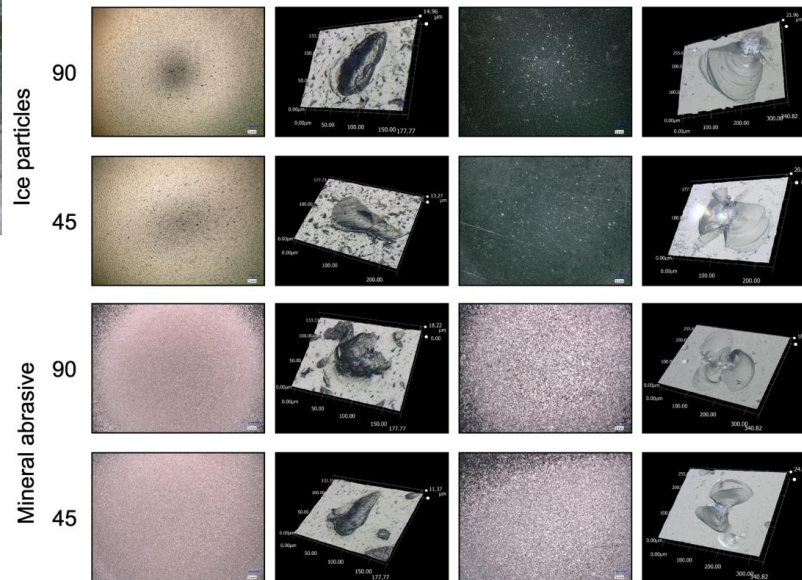
Ledni abrazivni vodni curek

Razvoj nove tehnologije za predelavo hrane in letalsko industrijo:



Aluminium

Glass



Magistrsko delo: JURIČIČ, Marko. Primerjava naprav za doziranje abraziva pri rezanju z vodnim curkom

University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering



Aditivne tehnologije, sistem za selektivno lasersko taljenje

LASERTEC 30 SLM



Sculpteo

- *individualizacija*
- *kompleksna oblika*

Implantant



BMW

- *minimizacija teže*
- *topološka optimizacija*

Strešni nosilec



Audi

- *minimizacija stroškov skladiščenja*

Rezervni deli na zahtevo



Lufthansa vzdrževanje

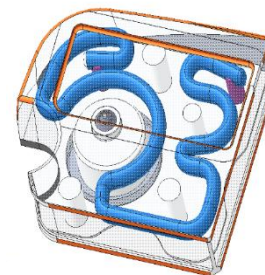
- *optimizacija teže, funkcionalnosti*
- *minimizacija stroškov skladiščenja*

Razvoj in izdelava letalskih delov na zahtevo



- *minimizacija teže*
- *topološka optimizacija*

Podpora/nosilec



Kolektor

- *optimizacija hlajenja*

Vložek orodja za brizganje termoplastov

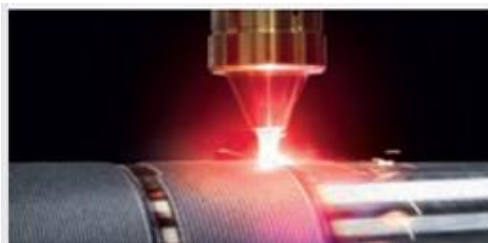


Aditivne tehnologije, sistem za usmerjeno lasersko nanašanje kovinske žice ali prahu

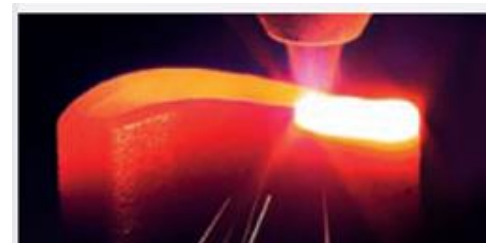
3D TISKANJE



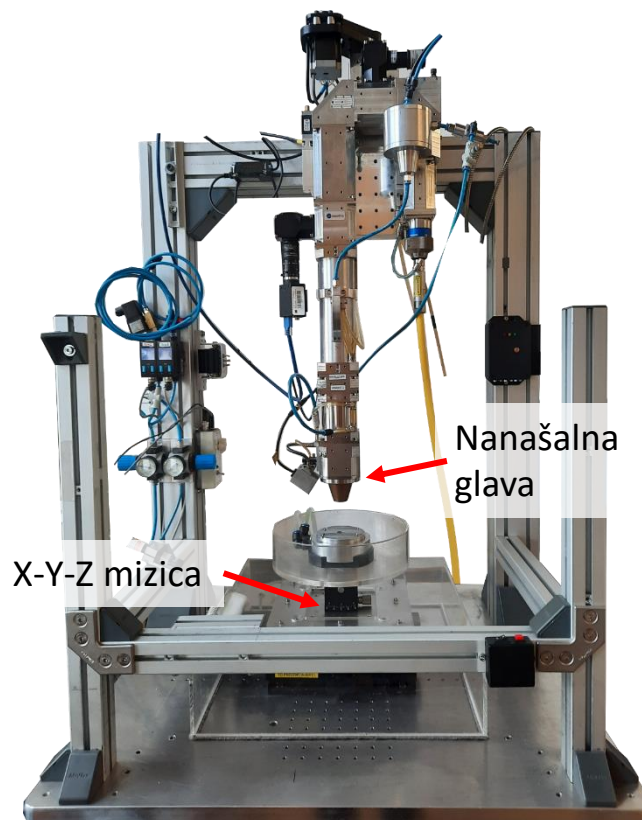
3D OPLAŠČANJE



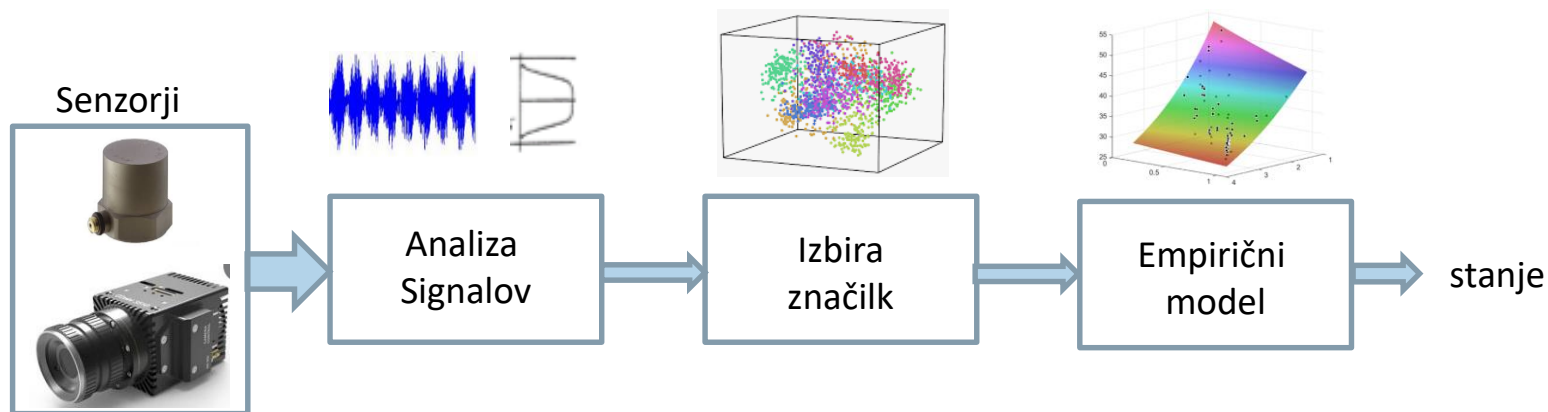
3D POPRAVLJANJE



RAZVOJ NOVIH FGM MATERIALOV



Obdelava in vrednotenje podatkov, sistemi za avtomatsko industrijsko diagnostiko



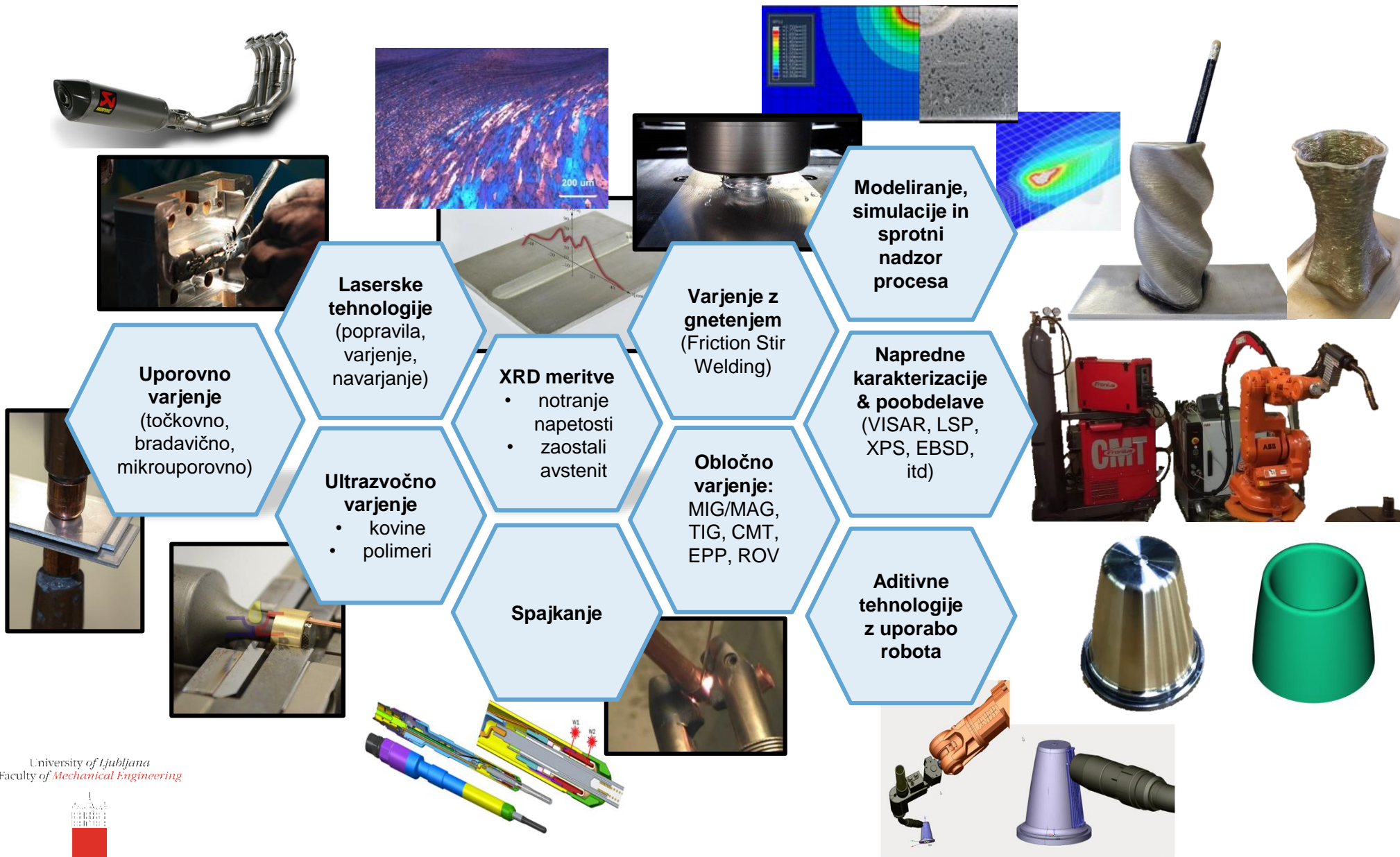
SECOP - Diagnostika kompresorjev



GORENJE - Diagnostika HZA



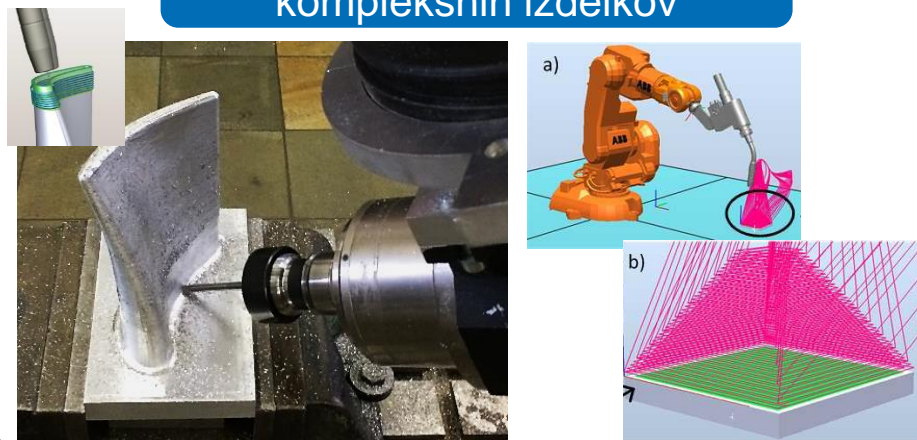
Znanstveno raziskovalno & projektno delo



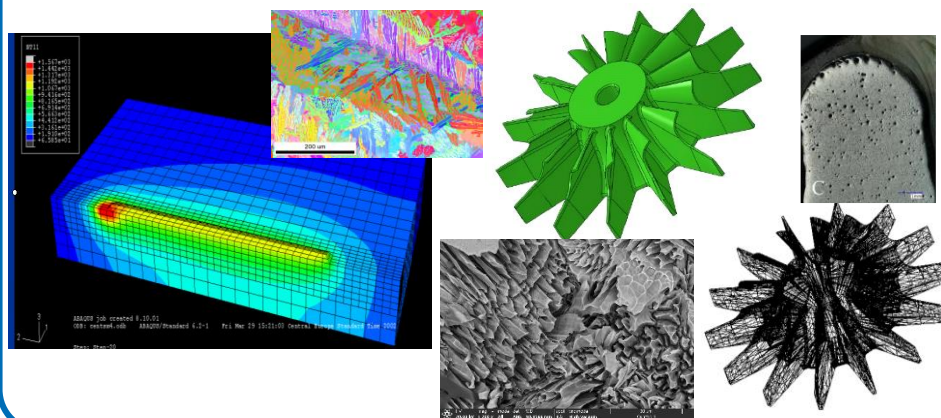
3D Robotsko navarjanje kovin (uporaba več robotov in virov)



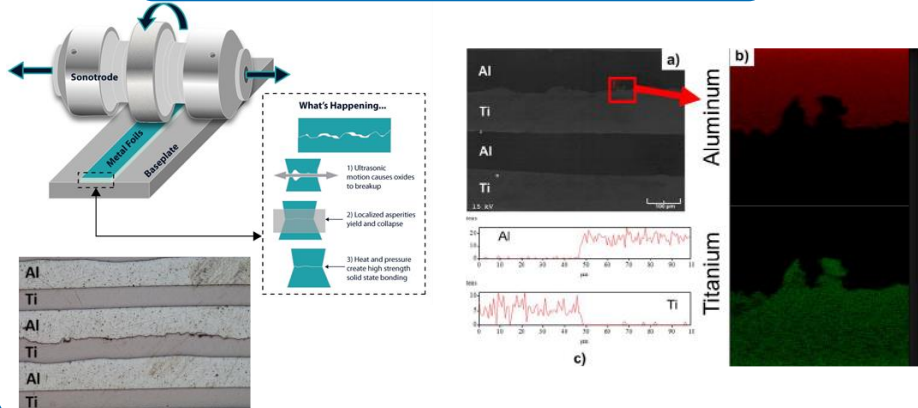
Načrtovanje & izdelava kompleksnih izdelkov



Karakterizacija & stroškovne analize

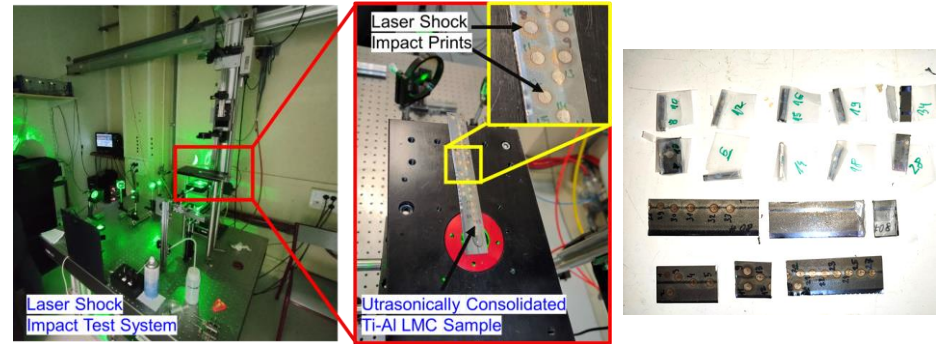


Izkoriščanje ultrazvočne energije

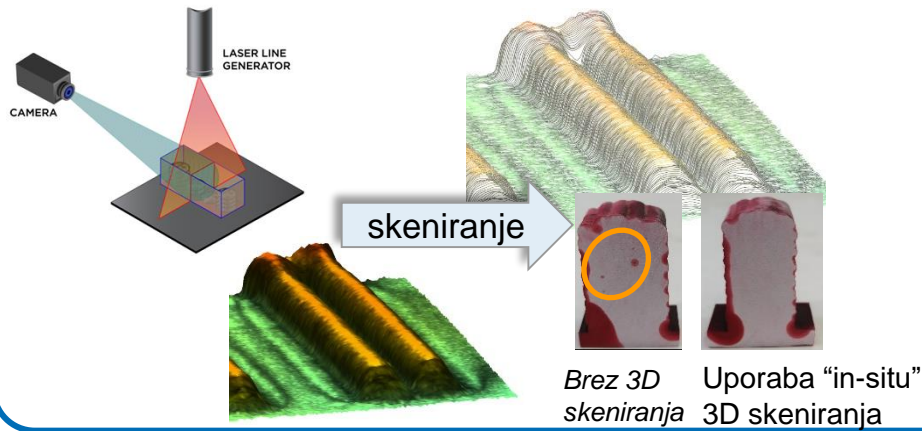


Analiza trdnosti aditivnih kovinskih laminatov

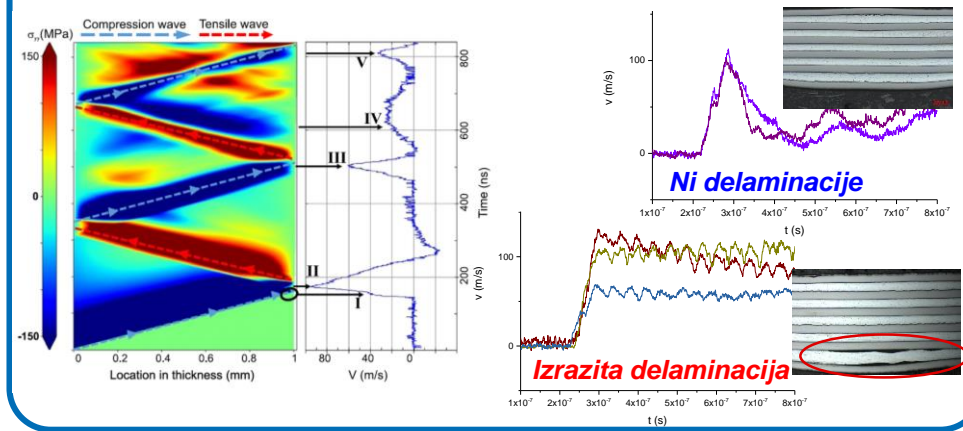
-> LASAT ($E_{max}=14J$ @532nm)



Krmiljenje procesa 3D navarjanja



Simulacije in analize



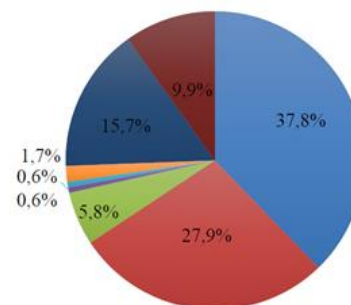
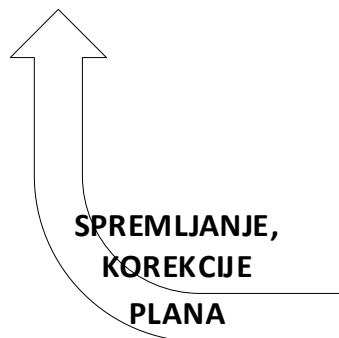
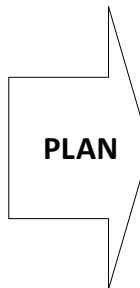
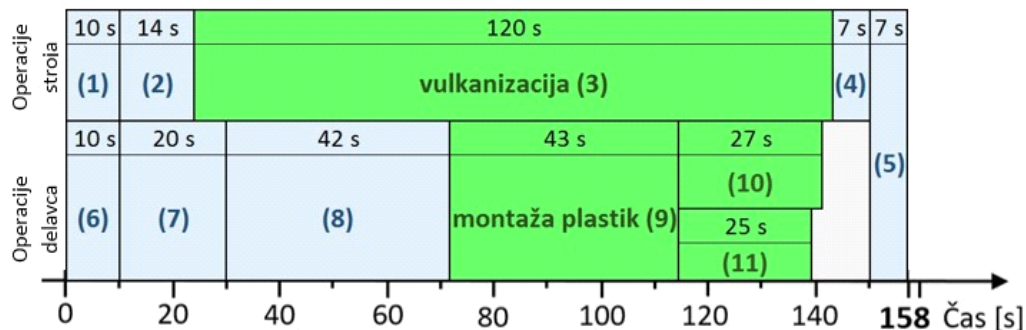
magistrsko delo: ŠČETINEC, Aljaž. Krmiljenje robota s strojnim vidom za aktivno sledenje in manipulacijo

magistrsko delo: RUS, Marsel. Krmiljenje višine varilnega gorilnika pri oblikovnem obločnem navarjanju

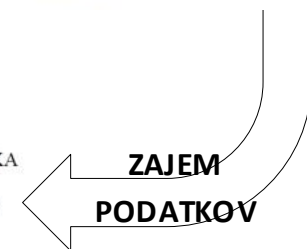


Planiranje in organizacija proizvodnje

LAMPA



- OSNOVNO UPORABLJANJE
- POMOŽNO UPORABLJANJE
- DODATNO UPORABLJANJE
- PREKINITEV ZARADI POSTOPKA
- PREKINITEV ZARADI MOTENJ
- PREKINITEV ZARADI OKREVANJA
- PREKINITEV ZARADI OSEBNIH ZADEV
- NI RAZPOZNAVNO

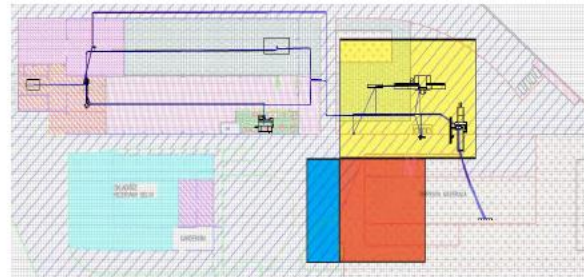


ERP sistemi (SAP) - planiranje potreb po delavcih, delovnih sredstvih in prostoru, planiranje in spremljanje naročil



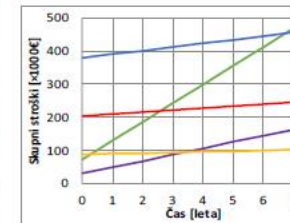
Planiranje in organizacija proizvodnje

VisTable – optimizacija razmestitve delovnih mest v prostoru



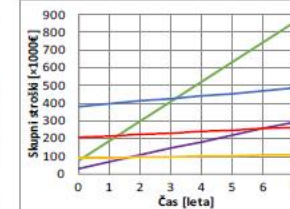
- Pristop viličarja
- Milk-run
- AGV
- Transporter
- Regalni AGV

Podatek	Enota	Viličar	Milk-Run	AGV	Transp.	R. AGV
Zasedenost	%	71,03	99,8	69,38	22,7	98,78
Dvigalo	%	46,27	37,5	26,88	0	32,55
Potovanje	%	20,96	21,74	36,55	22,7	54,03
Povprečen čas transporta	s	249	522	282	100	554
Variacija časa transporta	s	75	181	96	12	214
Povp. Kol. TE v obtoku	TE	2,76	5,79	3,13	1,11	6,13
Število transportnih sredstev	/	3	1	4	1	1
Možnost vpeljave	/	Da	Da	Da	Da	Da



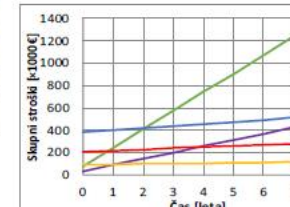
1 IZMENA

	Enota	Viličar	Milk-Run	AGV	Transp.	R. AGV
Koristnost	/	4,75	4,54	4,59	4,50	4,34
Rang	/	1	3	2	4	5
Stroški €/leto		66946	23299	65238	35102	14607
Rang	/	5	2	4	3	1
CBA	/	0,071	0,195	0,070	0,128	0,297
Rang	/	4	2	5	3	1



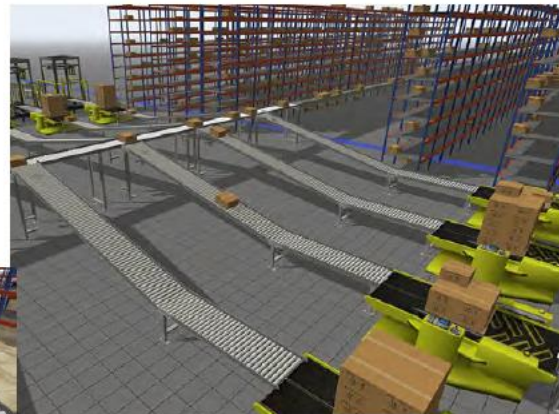
2 IZMENA

	Enota	Viličar	Milk-Run	AGV	Transp.	R. AGV
Koristnost	/	4,75	4,54	4,59	4,50	4,34
Rang	/	1	3	2	4	5
Stroški €/leto		122003	41712	68990	37468	15446
Rang	/	5	3	4	2	1
CBA	/	0,039	0,109	0,067	0,120	0,281
Rang	/	5	3	4	2	1



3 IZMENA

	Enota	Viličar	Milk-Run	AGV	Transp.	R. AGV
Koristnost	/	4,75	4,54	4,59	4,50	4,34
Rang	/	1	3	2	4	5
Stroški €/leto		177059	60125	72742	39833	16284
Rang	/	5	3	4	2	1
CBA	/	0,027	0,076	0,063	0,113	0,267
Rang	/	5	3	4	2	1



Praktično delo študentov na problemu iz podjetja !!!

FlexSim – optimizacija proizvodnje, organizacija dela, časovna uskladitev aktivnosti

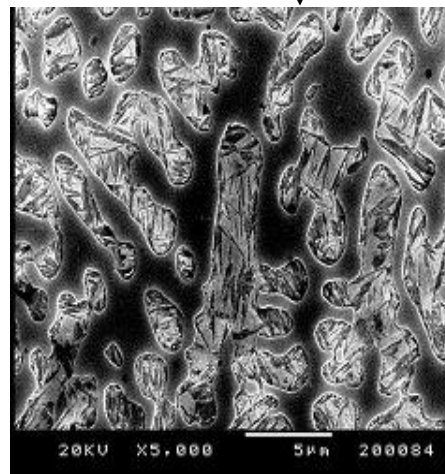
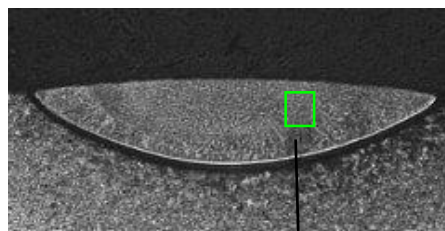


Toplotna obdelava in oplemenitenje površin



LATOP

- Laserske površinske obdelave: kaljenje, pretaljevanje, legiranje, oblaganje
- Staranje aluminijevih, magnezijevih zlitin...
- Kaljenje, popuščanje, induktivno kaljenje, anodizacija...
- Udarno utrjevanje površine



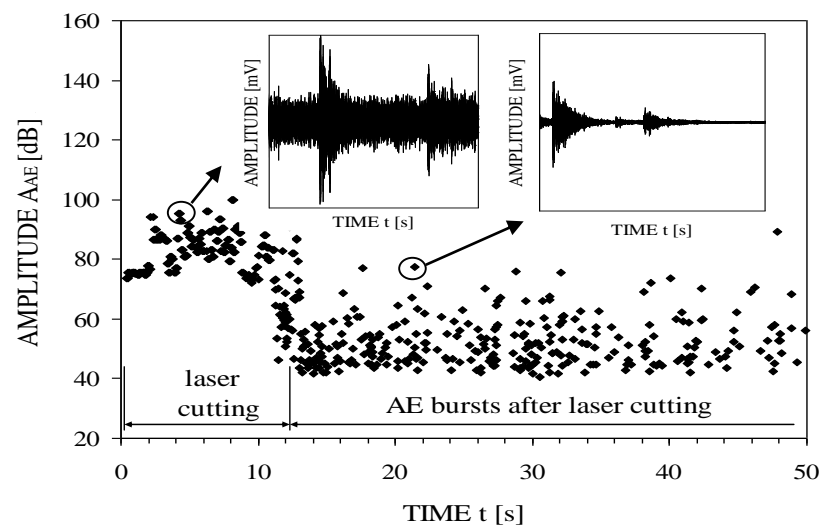
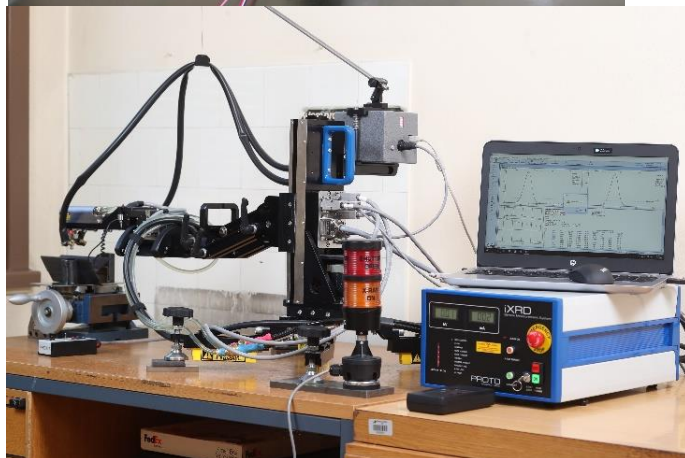
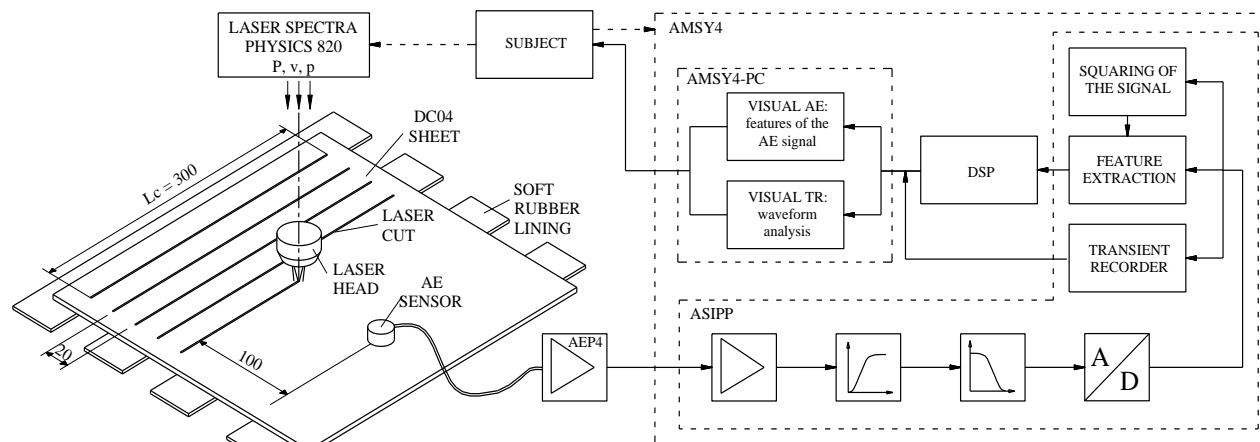
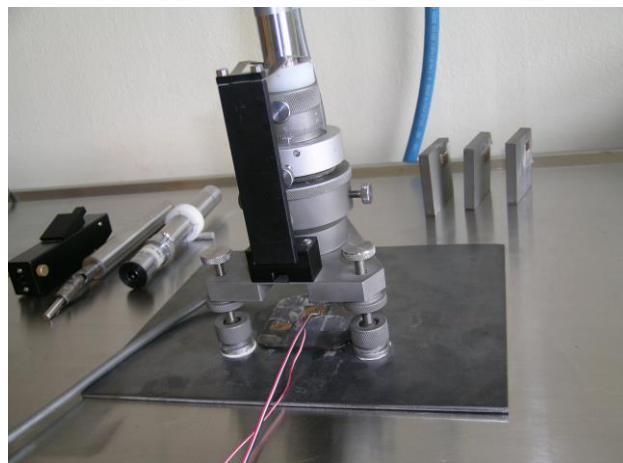
Preiskave kovinskih in nekovinskih materialov



LATOP

- Merjenje zaostalih napetosti:
 - z metodo vrtnja slepih lukenj
 - z XRD metodo

- Analiza laserskega rezanja s pomočjo akustične emisije AE.

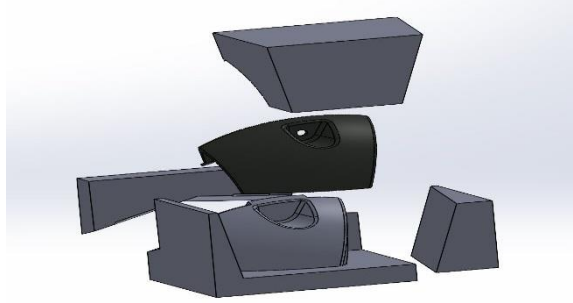


Izdelava, testiranje in toplotna obdelava kompozitnih delov

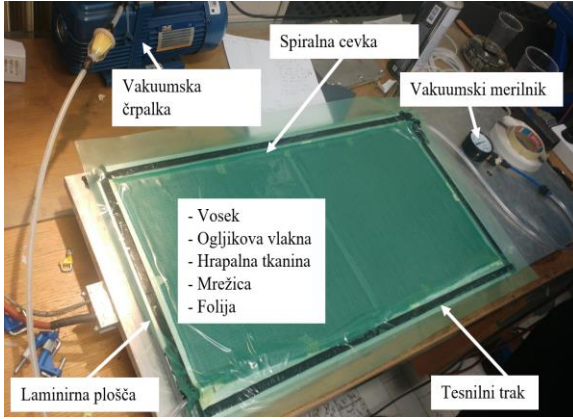


LATOP

- Razvoj kalupov in postopkov za izdelavo kompozitov
- Vakuumska infuzija
- Avtoklav-prepreg tehnologija
- Načrtovanje hibridnih lepljenih spojev
- Raziskave obnašanja in vzdržljivosti kompozitov pri utrujanju



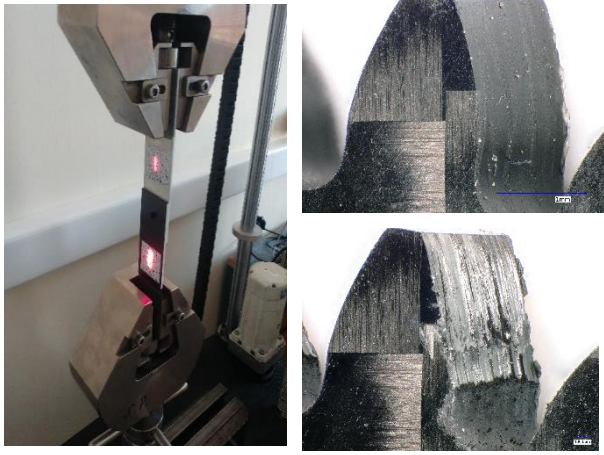
Razvoj kalupov in postopkov



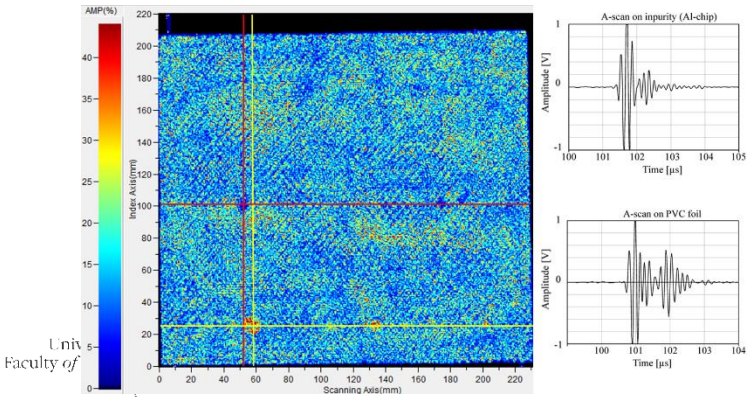
Vakuumska infuzija



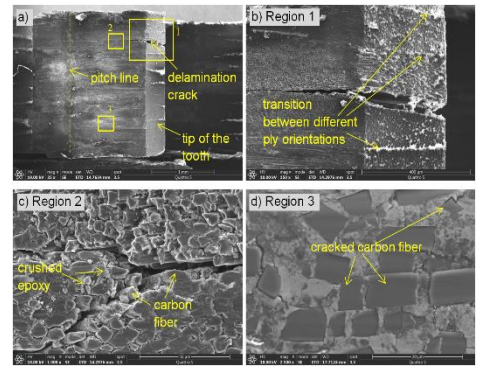
Avtoklav tehnologija



Analiza vzdržljivosti in poškodb materiala



Ultrazvočne preiskave proizvodnih napak



Preiskave poškodb z vrstičnim elektronskim mikroskopom

Energijski in snovni tokovi v industriji

Realno okolje na laboratorijski, pilotni in industrijski velikostni skali



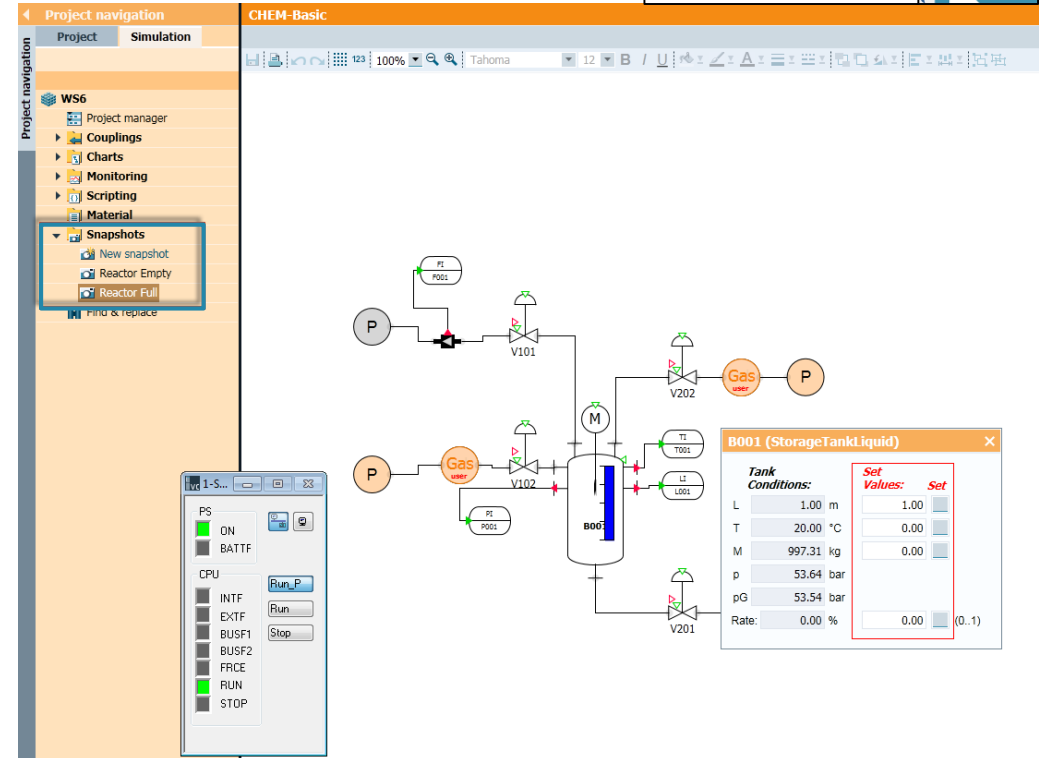
Virtualno okolje: simulacije, optimizacije



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



University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering



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

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

...



Prihodnost proizvodnega strojništva

■ Prihodnost proizvodnega strojništva

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

■ Velik del industrije orientiran na izdelovalne tehnologije

■ Službe:

- Strojna industrija
- Avtomobilska industrija
- Letalska industrija
- Industrija orodij
- Farmacija
- Medicina
- Raziskovalni laboratoriji
- Proizvodne tehnologije zelo močne v tujini...

Kaj boste delali:

- izbira/določitev opreme/tehnologije
- planiranje celostne proizvodnje
- organizacija podjetij
- vodenje podjetij
- programiranje obdelovalnih tehnologij
- Nadzor kakovosti



Študij proizvodnega strojništva

Zakaj sploh obiskati drugo stopnjo?

Kaj je razlika med 1. in 2. stopnjo?

Kako poteka študij?

Bo kaj prostega časa?

Kakšne so možnosti po končanem študiju?

Magistrsko vs. diplomsko delo

Proizvodna... hm, je tudi za punce?



BODITE INFORMIRANI

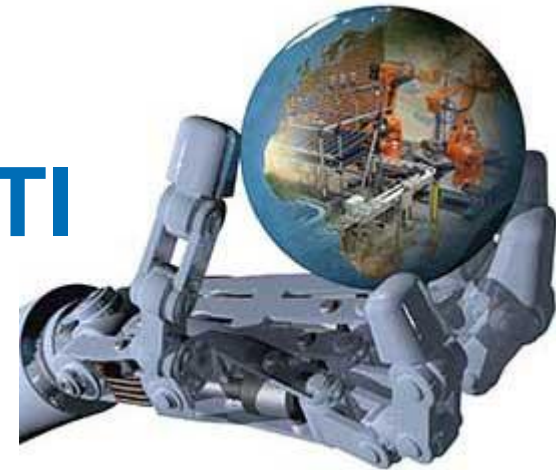
GLEJTE KJE SO ZAPOSLOTITVE

BODITE VEŠČI PROIZVODNIH TEHNOLOGIJ

BODITE UČINOVITI

BODITE V PREDNOSTI

BODITE BOLJŠI



**BODITE ŠTUDENTI PROIZVODNEGA
STROJNIŠTVA**

