

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za strojništvo*



Univerza v Ljubljani

Fakulteta za strojništvo

Aškerčeva cesta 6

1000 Ljubljana

Slovenia

Telefon: +386 1 4771 200

Faks: +386 1 2518 567

E-pošta: dekanat@fs.uni-lj.si

KAZALO VSEBIN

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI	4
Vodstvo	4
Skupne službe	5
Znanost je rešitev	6
UVOD	10
Univerza v Ljubljani	10
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani	12
Katedre in laboratoriji na Fakulteti za strojništvo	14
FS V ŠTEVILKAH	16
ZALOŽNIŠTVO IN REVIE	21
Založništvo	21
Revije	22
ŠTUDIJSKA DEJAVNOST	25
RAZISKOVALNA DEJAVNOST	28
PREDSTAVITEV PROGRAMSKIH SKUPIN IN AKTIVNOSTI LABORATORIJEV	30
Modeliranje v tehniki in medicini	31
Laboratorij za modeliranje elementov in konstrukcij LAMEK	32
Tranzientni dvofazni tokovi	34
Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko LFDT	35
Energetsko strojništvo	38
Laboratorij za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost LICeM	39
Laboratorij za termoenergetiko LTE	42
Laboratorij za vodne in turbinske stroje LVTS	44
Laboratorij za energetske delovne stroje in tehnično akustiko LEDSTA	47
Razvoj vrednotenja	48
Laboratorij za strojne elemente LASEM	49
Laboratorij za vrednotenje konstrukcij LAVEK	51
Prenos toplote in snovi	53
Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu LMPS	54
Laboratorij za toplotno tehniko LTT	55
Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko LAHDE	57
Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo LOSK	59
Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah LOTZ	61
Tribologija	62
Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo TINT	63
Laboratorij za fluidno tehniko LFT	66

Sinergetika kompleksnih sistemov in procesov	67
Laboratorij za sinergetiko LASIN	68
Inovativni izdelovalni sistemi	69
Laboratorij za alternativne tehnologije LAT	70
Laboratorij za preoblikovanje LAP	72
Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko LASIM	73
Konstruiranje	75
Laboratorij za konstruiranje LECAD	76
Laboratorij za transportne naprave in sisteme ter nosilne strojne konstrukcije LASOK	79
Mehanika v tehniki	80
Laboratorij za dinamiko strojev in konstrukcij LADISK	81
Laboratorij za nelinearno mehaniko LANEM	83
Laboratorij za numerično modeliranje in simulacijo v mehaniki LNMS	85
Laboratorij za aeronavtiko AEROL	87
Trajnostni polimerni materiali in tehnologije	88
Laboratorij za eksperimentalno mehaniko LEM	89
Napredne izdelovalne tehnologije za visoko kakovost in trajnostno proizvodnjo	91
Laboratorij za odrezavanje LABOD	92
Laboratorij za zagotavljanje kakovosti LAZAK	94
Proizvodni sistemi, laserske tehnologije in spajanje materialov	96
Laboratorij za toplotno obdelavo in preiskavo materialov LATOP	98
Laboratorij za varjenje LAVAR	100
Laboratorij za digitalne sisteme in elektrotehniko LDSE	102
Laboratorij za procesno avtomatiko LPA	103
Laboratorij za proizvodno kibernnetiko in ekperimentiranje MCE	104
Laboratorij za proizvodne sisteme in za pripravo ter vodenje proizvodnje LAPS	105
Laboratorij za tehnično kibernnetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo LAKOS	106
Laboratorij za fotoniko in laserske sisteme FOLAS	108
Optodinamika	111
Laboratorij za lasersko tehniko LASTEH	112
Enota za dopolnilna znanja	115
Enota za dopolnilna znanja EDZ	116
Raziskovalna skupina za matematiko RSMAT	117
ODMEVNI DOGODKI	119

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI

VODSTVO



Dekan
prof. dr. Mitjan Kalin



Prodekan za pedagoško dejavnost I. stopnje
izr. prof. dr. Matija Jezeršek



Prodekan za pedagoško dejavnost II. in III. stopnje
prof. dr. Andrej Kitanovski



Tajnik
dr. Tone Češnovar



Prodekan za znanstveno raziskovalno dejavnost in mednarodno sodelovanje
prof. dr. Tomaž Kutrašnik

SKUPNE SLUŽBE

Tajništvo fakultete	Andreja Koban Domitrovič
Študentski referat	mag. Danijela Kotnik / Nika Vardjan Naglič
Računovodsko finančna služba	mag. Barbara Bergant Kaučič
Kadrovska služba	Anja Novak
Služba za mednarodno sodelovanje, znanstveno in razvojno dejavnost	mag. Tanja Mavrič Rušt
Služba za gospodarske zadeve in komuniciranje	Katja Pustovrh
Knjižnica	Zorka Kešelj
Tehnično-vzdrževalna služba	Vinko Tomc
Računalniški center	Srečko Obradović
Revija in založništvo	mag. Pika Škraba, Roman Putrih

ZNANOST JE REŠITEV

Za nami je naporno leto, ki se ga bo, prvič v zgodovini, ves svet spominjal enako. Naša življenja so se čez noč obrnila na glavo. Zajela nas je globalna epidemija, ki vse do konca leta ni popustila svojega prijema. Nove razmere so spremenile način dela, študija in preživljanja prostega časa. Iz pisarn in predavalnic smo se preselili za domače pisalne mize, kar je s seboj prineslo precej tehničnih zapletov in ostalih nevšečnosti. Inženirji strojništva smo vajeni reševanja številnih izzivov, zato smo se novonastali situaciji hitro prilagodili. V zgolj dnevu in pol smo na fakulteti zagotovili nemoten potek vaj in predavanj na daljavo. S skupnimi močmi smo se podali izzivom naproti in našli številne nove rešitve, možnosti in včasih celo prednosti. Že v prvih mesecih epidemije smo pripravili tudi kopico predlogov za boj proti novi bolezni, donirali računalniško opremo pomoči potrebni osnovni šoli, poskrbeli za vestno upoštevanje predpisanih ukrepov ter veliko truda namenili spodbujanju študentov, ki so zaradi epidemije še posebej prikrajšani. Dobro smo se pripravili na drugi val epidemije, čeprav smo si neizmerno želeli, da ne bo prišel. Pričakali smo ga s profesionalnim in interaktivnim pristopom do študentov ter dobro organiziranim potekom kolokvijev, izpitov in zagovorov zaključnih nalog.

Navkljub epidemiji in oteženim razmeram, ki so terjali velike napore, pa je naše delo potekalo intenzivno na vseh področjih. Dokončno smo pripravili in potrdili nov študijski program 1. in 2. stopnje, ki bo zagotovil višjo pedagoško kakovost, sodobne vsebine in nove koncepte organizacije študija. Vzpostavili smo spletne učilnice, organizirali delavnice za doktorske študente in dosegli formalno potrditev ASIIN akreditacije. Na doktorskem študiju smo ob klasičnem izpitnem vzpostavili nov projektni način izvajanja študijskih obveznosti. Prilagodili smo habilitacijska merila, saj obstoječi znanstveni kriteriji niso sledili izjemnim dosežkom zaposlenih v zadnjem desetletju. Koncept napredovanj, ki temelji na že doseženih rezultatih zaposlenih sodelavcev v višjih nazivih je sodoben in stimulativen, saj vzpostavlja objektivno dosegljive cilje in je zato vzbudil veliko zanimanja tudi na drugih članicah. Po desetletjih razdrobljenosti po področjih, smo sprejeli eno samo izvolitveno področje »strojništvo«, kar bo znatno olajšalo administrativne poti in povečalo transparentnost postopkov.

Posebej velja izpostaviti naše raziskovalne in razvojne dosežke. V letu 2020 smo namreč ponovno povečali število raziskovalcev in tako zabeležili doslej tudi najvišje skupno število zaposlenih na fakulteti, kar 396. Spodbujanje raziskovalnih aktivnosti preko sofinanciranja opreme in tehtne prerazporeditve laboratorijskih prostorov glede na potrebe je pozitivno vplivalo na projektno delo in dosežke. Navkljub opaznemu zmanjšanju raziskav na trgu zaradi zaustavitve teh aktivnosti v nekaterih podjetjih zaradi pandemije, smo dosegli za skoraj 11 milijonov evrov raziskovalnih prihodkov. V tem letu smo objavili 16 člankov z IF nad 7, kar je 6 več kot v prejšnjem letu, skupno število kvalitetnih A' člankov je preseglo 130 in se je povečalo za kar 50 %, citiranost po WoS pa je zrasla za 20 %. Še posebej razveseljuje, da se je število mladih sodelavcev do 35. leta, ki izpolnjujejo pogoje za priznanje za kvalitetne publikacije povečalo iz 3 ali 4 v preteklih letih na izjemnih 15. To nakazuje na odlično strokovnost in razvojno usmerjeno prihodnost fakultete.

Številne naše aktivnosti v letu 2020 so bile dolgoročno naravnane, usmerjene prav v prihodnost. Veliko pozornosti smo namenili načrtovanju združevanja manjših laboratorijev, snovanju novih raziskovalnih platform, ki se bodo osredotočale na potrebe in trende sodobne družbe, kot sta digitalna in zelena prihodnost. Predvsem pa smo vsakodnevno ogromno truda vložili v ključno aktivnost – novogradnjo! Lahko se pohvalimo, da so vse administrativne in pogodbene obveznosti za projektiranje nove fakultete že zaključene, vendar brez tudi zgrajene nove stavbe in nove sodobne opreme ne moremo delovati kot visokotehnološka podpora prebojnim rešitvam



Foto: Sadar + Vuga

slovenskega gospodarstva. Zato je novogradnja trenutno naš ključni cilj, v katerega vlagamo izjemne napore. Ob tem moram posebej izpostaviti vlogo vseh članov Strateškega sveta fakultete ter Gospodarske zbornice Slovenije, ki nas ves čas aktivno podpirajo in sodelujejo z nami, ker vedo, da je to ena ključnih investicij za preboj slovenskega gospodarstva na še višjo raven mednarodne konkurenčnosti. Želim si, da bomo lahko v bližnji prihodnosti s ponosom zakorakali v novo stavbo Fakultete za strojništvo, ki si jo zaslužimo in jo kot družba tudi potrebujemo.

Znanost ni sama sebi namen, kar je pokazalo tudi leto 2020, ko se je prav znanost izkazala v času zdravstvene krize, ki nas ogroža, kot edina rešitev. Vloga znanstvenikov pa s tem še zdaleč ni



Foto: Sadar + Vuga



Foto: Sadar + Vuga

končana, izjemno pomembni bomo namreč tudi pri odpravljanju posledic nastale krize. Prepričan sem, da bomo na Fakulteti za strojništvo združili naše široko znanje in izkušnje ter bomo kot eden nosilcev tehnološko napredne Slovenije pripomogli k blaginji celotne družbe.

Dekan Fakultete za strojništvo

prof. dr. Mitjan Kalin

UVOD

UNIVERZA V LJUBLJANI

Univerza v Ljubljani je najstarejša in največja visokošolska ter znanstveno-raziskovalna ustanova v Sloveniji, ustanovljena leta 1919. Danes jo obiskuje skoraj 41.000 študentov, zaposluje pa več kot 6000 visokošolskih učiteljev, raziskovalcev, asistentov in strokovnih ter administrativnih sodelavcev na 23 fakultetah in treh umetniških akademijah. Osrednje poslopje, akademije in številne fakultete se nahajajo v mestnem jedru. Novejše univerzitetne stavbe, med katere se bo kmalu uvrstila tudi Fakulteta za strojništvo, stojijo na obrobju Ljubljane, kar daje univerzi in njenim študentom pridih vsenavzočnosti v mestu.

Univerza v Ljubljani slovi po kakovostnih in raznolikih študijskih programih, ki so pripravljeni v skladu s smernicami Bolonjske deklaracije ter se uvršča med tri odstotke najuglednejših univerz na svetu. Uvrščena je med 600 najboljših univerz na šanghajski lestvici, na lestvici Times Higher Education se uvršča v skupino 800-1000, na lestvici Center for World University Rankings na 384. mesto, na lestvici Quacquarelli Symonds pa v skupino 591-600.

Univerza v Ljubljani je osrednja raziskovalna institucija v Sloveniji s kar 30 % vseh registriranih raziskovalcev (po podatkih baze SICRIS). Univerza daje velik poudarek na utrjevanje akademske skupnosti profesorjev, raziskovalcev in študentov, ki si prizadevajo svoje znanje in dosežke uveljaviti doma in po svetu.

Zavzema osrednje pedagoško mesto saj izvaja javno službo na področjih, ki so posebnega družbenega pomena in zagotavljajo ohranjanje narodne identitete, vse bolj pa razvija tudi tržno dejavnost. Univerza v Ljubljani se zato tesno povezuje s slovenskim gospodarstvom in tujimi podjetji, med njihovimi partnerji pa so tako multinacionalke kot najuspešnejša domača podjetja.



FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO, UNIVERZA V LJUBLJANI

Fakulteta za strojništvo je članica Univerze v Ljubljani ter je pomembna izobraževalno-raziskovalna ustanova z visokimi mednarodnimi standardi na področju strojništva v Sloveniji ter širši regiji centralne in jugovzhodne Evrope. Fakulteta je z zgodovinskimi razvojem prerasla klasično razumevanje strojništva, saj danes pokriva številna specializirana področja strojništva.



Ustanovitev

Med Slovenci je bila tehnika že v zgodovini dobro zastopana, čeprav so morali vse od ustanovitve Univerze v Ljubljani leta 1919 odhajati po znanje v tujino, predvsem na avstrijske univerze. Po koncu prve svetovne vojne, ki je za Slovence pomenil tudi konec avstro-ogrske nadoblasti, saj je želja po ustanovitvi lastne univerze, ki bo vključevala tudi tehniško fakulteto, pričela uresničevati. Še pred formalno ustanovitvijo Univerze v Ljubljani so bila v Ljubljani organizirana visokošolska predavanja za slušatelje strojništva, elektrotehnike in gradbeništva. Pobudnik ustanovitve Tehniške fakultete v Ljubljani je bil dr. Milan Vidmar. V taki obliki je Tehniška fakulteta delovala vse do leta 1957, nato pa sta se oddelka za elektrotehniko in strojništvo združila. Oktobra leta 1960 je po sklepu univerzitetnega sveta Fakulteta za strojništvo postala samostojna enota Univerze v Ljubljani z izvajanjem študija na vseh treh stopnjah. Sprva je imela štiri katedre – organizacijske enote, kjer so visokošolski učitelji in asistenti opravljali pedagoška, znanstvena in strokovna dela. Fakulteta je sprva delovala v danes tako imenovani stari stavbi na Aškerčevi cesti 6, leta 1971 pa je bila dokončana in vseljena nova stavba na isti lokaciji. Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani še danes deluje v obeh stavbah.

Danes

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je danes največja nosilna pedagoška in raziskovalna ustanova na področju strojništva v Sloveniji. Lastno ustvarjanje, raziskovanje in kakovosten prenos znanja študentom ter partnerjem na raziskovalnem področju omogoča konkurenčno vključevanje v mednarodno okolje.

Pedagoška dejavnost se na Fakulteti za strojništvo izvaja na vseh treh ravneh študija v skladu s smernicami Bolonjske deklaracije. Dva prvostopenjska študija, univerzitetni in visokošolski program, obsegata vpogled v širše področje strojništva, drugostopenjski magistrski študij je vsebinsko nadaljevanje prve stopnje, individualni tretjestopenjski doktorski študij pa temelji na reševanju problemov na najvišji znanstveni ravni. Pedagoški proces na prvi in drugi stopnji poteka v obliki predavanj in vaj, kjer v predavalnicah študentje pridobijo teoretična znanja, v laboratorijih pa praktična znanja. Diploma, pridobljena na Fakulteti za strojništvo, je mednarodno akreditirana na evropski ravni (ASIIN, ENUA, EUR-ACE) in tako enakovredna ostalim diplomam v Evropi.

Znanstveno-raziskovalna dejavnost na Fakulteti za strojništvo poteka na področjih energetskega in procesnega strojništva, konstruiranja, mehanike in vzdrževanja strojev, proizvodnega strojništva, mehatronike, mikromehanskih sistemov ter avtomatizacije. Raziskovalci so vpeti v nacionalne temeljne in aplikativne projekte ter v številne mednarodne projekte, na podlagi katerih se aktivno povezujejo z znanstveno-raziskovalnimi središči in gospodarstvom. Fakulteta si s sodelovanjem z gospodarstvom in drugimi institucijami prizadeva prispevati k višji gospodarski rasti in hkrati rezultate inovacijskih potencialov objavljati v mednarodnih znanstvenih revijah. Posebna skrb pa je namenjena tudi vzgoji mladih perspektivnih kadrov, ki se tudi zaradi razpisov ARRS odločajo za poklicno raziskovalno pot.

KATEDRE IN LABORATORIJI NA FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO

KATEDRA ZA SINERGETIKO

Laboratorij za sinergetiko
LASIN

1

KATEDRA ZA STROJNE ELEMENTE IN RAZVOJNA VREDNOTENJA

Laboratorij za strojne
elemente **LASEM**

Laboratorij za vrednotenje
konstrukcij **LAVEK**

2

KATEDRA ZA ENERGETSKO STROJNIŠTVO

Laboratorij za motorje z
notranjim zgorevanjem in
elektromobilnost **LICeM**

Laboratorij za
termoenergetiko **LTE**

Laboratorij za vodne in
turbinske stroje **LVTS**

Laboratorij za energetske
delovne stroje in tehnično
akustiko **LEDSTA**

3

KATEDRA ZA KIBERNETIKO, MEHATRONIKO IN PROIZVODNO INŽENIRSTVO

Laboratorij za tehnično
kibernetiko, obdelovalne
sisteme in računalniško
tehnologijo **LAKOS**

Laboratorij za digitalne
sisteme in elektrotehniko
LDSE

Laboratorij za procesno
avtomatiko **LPA**

Laboratorij za proizvodne
sisteme in za pripravo ter
vodenje proizvodnje **LAPS**

Laboratorij za
proizvodno kibernetiko in
eksperimentiranje **MCE**

4

KATEDRA ZA IZDELOVALNE TEHNOLOGIJE IN SISTEME

Laboratorij za preoblikovanje
LAP

Laboratorij za alternativne
tehnologije **LAT**

Laboratorij za strego,
montažo in pnevmatiko
LASIM

5

KATEDRA ZA TEHNOLOGIJO MATERIALOV

Laboratorij za toplotno
obdelavo in preiskavo
materialov **LATOP**

Laboratorij za varjenje **LAVAR**

6

KATEDRA ZA TOPLOTNO IN PROCESNO TEHNIKO

Laboratorij za meritve v
procesnem strojništvu **LMPS**

Laboratorij za toplotno
tehniko **LTT**

7

KATEDRA ZA MEHANIKO

Laboratorij za nelinearno
mehaniko **LANEM**

Laboratorij za numerično
modeliranje in simulacijo v
mehaniki **LNMS**

Laboratorij za dinamiko
strojev in konstrukcij **LADISK**

8

KATEDRA ZA MEHANIKO POLIMEROV IN KOMPOZITOV

Laboratorij za
eksperimentalno mehaniko
LEM

9

**KATEDRA ZA OPTODINAMIKO
IN LASERSKO TEHNIKO**

Laboratorij za fotoniko in
laserske sisteme **FOLAS**

Laboratorij za lasersko
tehniko **LASTEH**

10

**KATEDRA ZA TRIBOLOGIJU IN
SISTEME VZDRŽEVANJA**

Laboratorij za tribologijo in
površinsko nanotehnologijo
TINT

Laboratorij za fluidno tehniko
LFT

11

**KATEDRA ZA DINAMIKO
FLUIDOV IN TERMODINAMIKO**

Laboratorij za dinamiko
fluidov in termodinamiko
LFD

12

**KATEDRA ZA TOPLOTNO IN
OKOLJSKO TEHNIKO**

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

Laboratorij za hlajenje in
daljinsko energetiko **LAHDE**

Laboratorij za okoljske
tehnologije v zgradbah **LOTZ**

13

**KATEDRA ZA MENEDŽMENT
OBDELOVALNIH TEHNOLOGIJ**

Laboratorij za odrezavanje
LABOD

Laboratorij za zagotavljanje
kakovosti **LAZAK**

14

**KATEDRA ZA KONSTRUIRANJE
IN TRANSPORTNE SISTEME**

Laboratorij za konstruiranje
LECAD

Laboratorij za transportne
naprave in sisteme ter nosilne
strojne konstrukcije **LASOK**

15

**KATEDRA ZA MODELIRANJE V
TEHNIKI IN MEDICINI**

Laboratorij za modeliranje
elementov in konstrukcij
LAMEK

16

ODDELEK ZA LETALSTVO

Laboratorij za aeronavtiko
AEROL

17

**ENOTA ZA DOPOLNILNA
ZNANJA**

Raziskovalna skupina za
matematiko **RSMAT**

Enota za dopolnilna znanja
EDZ

18

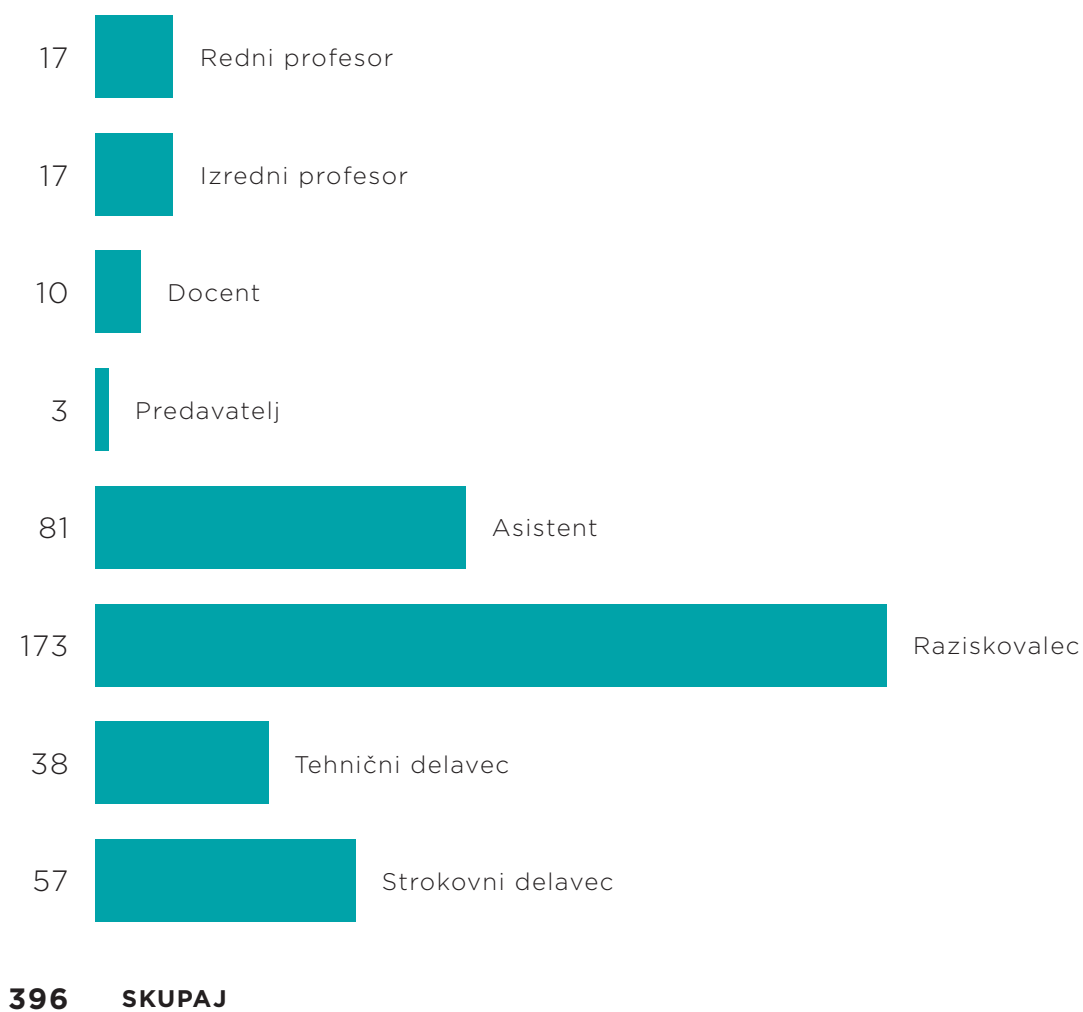
Fakulteta za strojništvo je že od samega začetka samostojnega delovanja organizacijsko razdeljena na enote, imenovane katedre. Organizacijska struktura izhaja iz osnovnih smeri, ki so se z razvojem raziskovalnega strojništva širile in poglobljale v specifična področja oz. podenote, imenovane laboratoriji.

V letu 2020 je v okviru 16 kateder delovalo 37 laboratorijev ter Enota za dopolnilna znanja.

FS V ŠTEVILKAH

STRUKTURA ZAPOSLENIH

2020



ŠTEVILO VPISANIH ŠTUDENTOV

2016/17



2017/18



2018/19



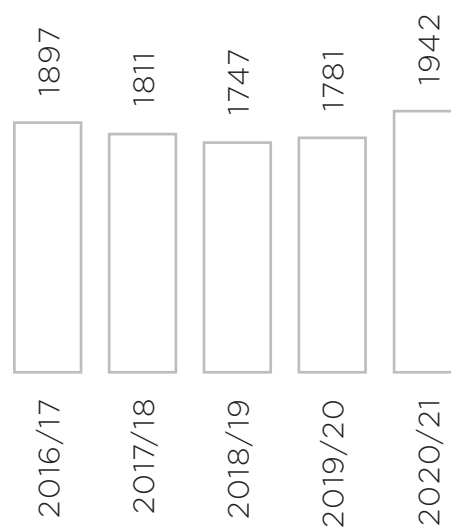
2019/20



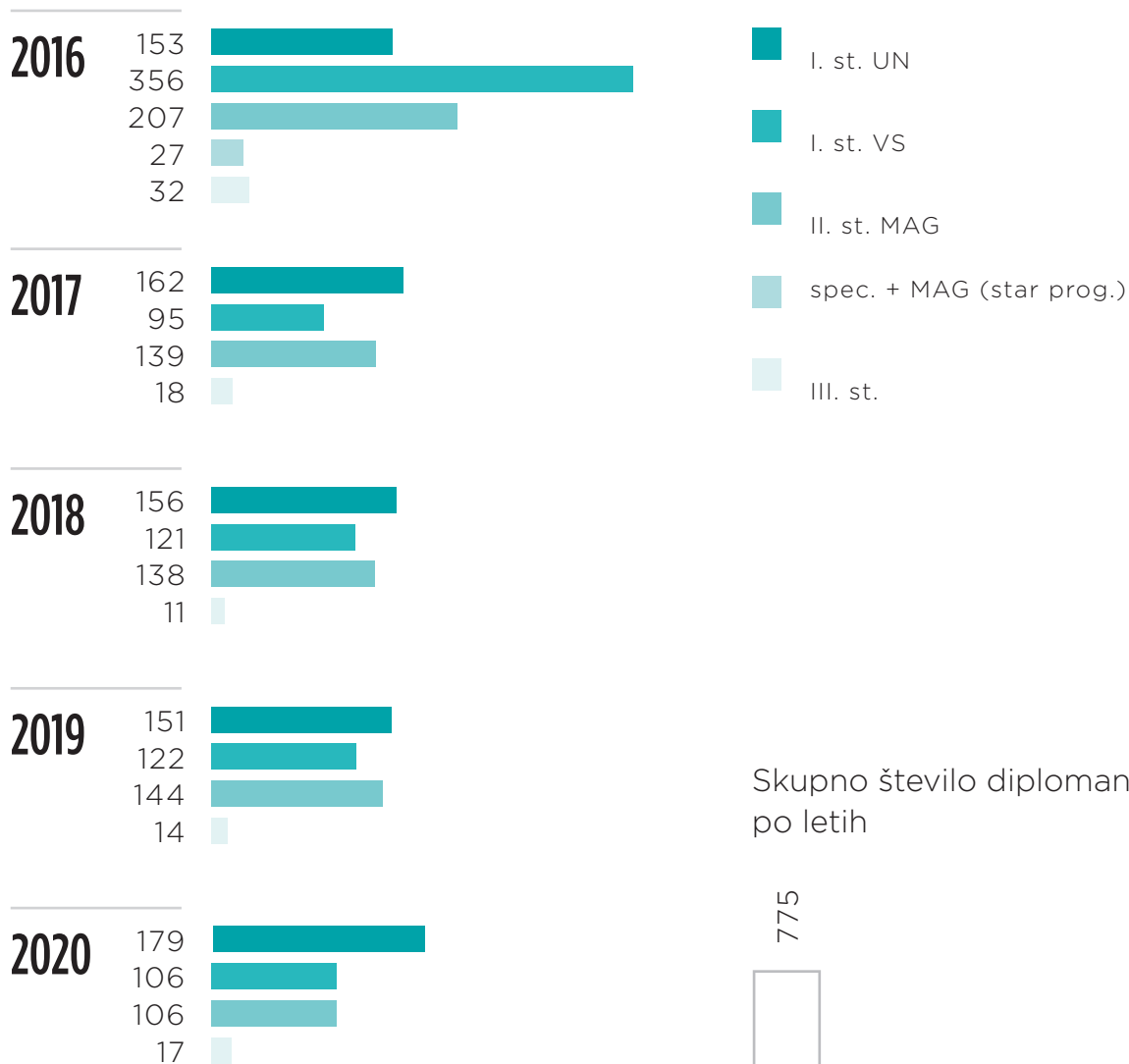
2020/21



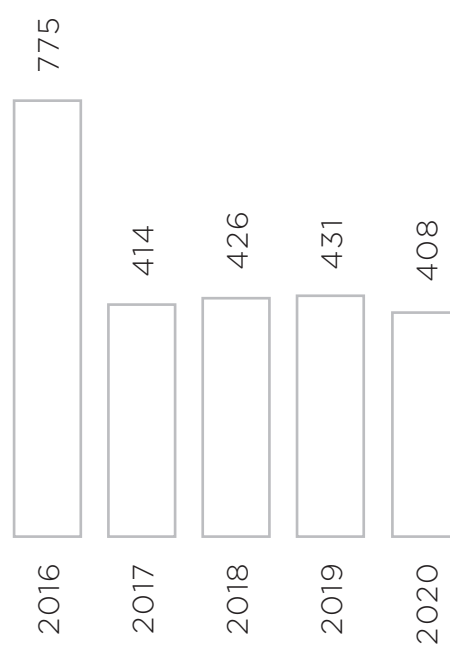
Skupno število vpisanih študentov po letih



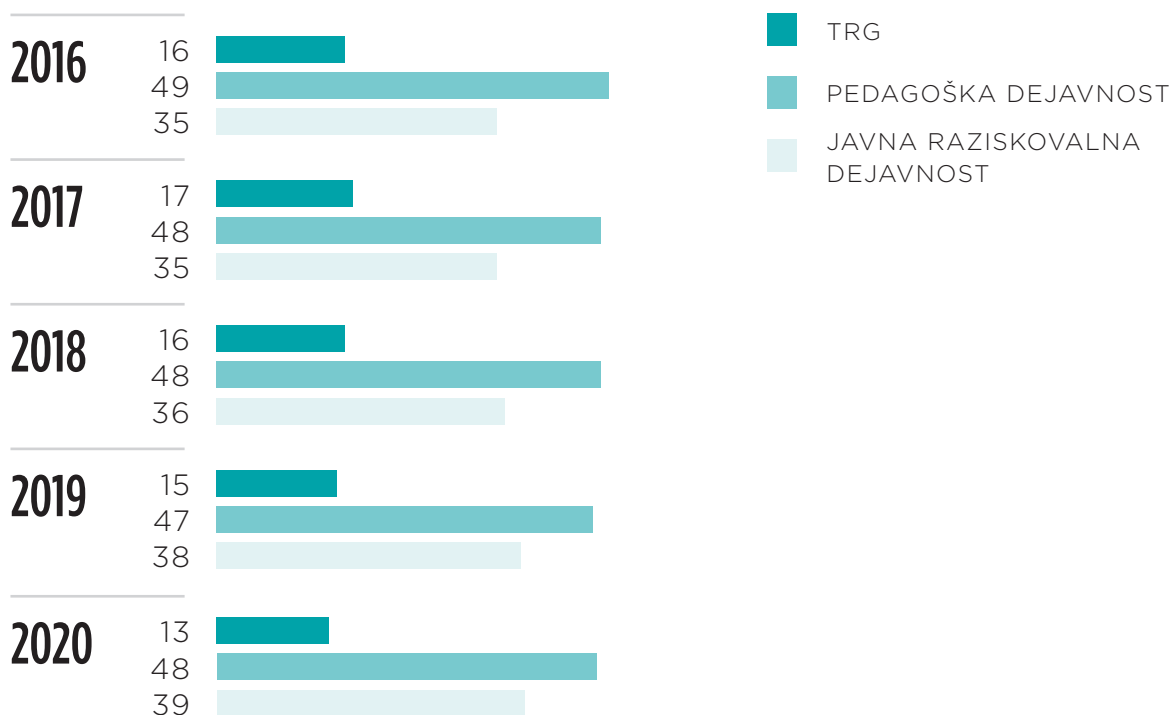
ŠTEVILO DIPLOMANTOV



Skupno število diplomantov po letih



STRUKTURA FINANCIRANJA V %



ŠTEVILO MEDNARODNIH RAZISKOVALNIH PROJEKTOV

Program	2016	2017	2018	2019	2020
Obzorje 2020	5	7	11	11	12
7. okvirni program	2	Z	Z	Z	Z
ERDF - Evropski sklad za regionalni razvoj	6	7	9	10	4
ERA-NET M-era.Net	0	1	1	1	1
Life+	1	1	1	1	1
Erasmus +	3	5	6	9	8
LLP Vseživljenjsko učenje	3	Z	Z	Z	Z
Evropska obrambna agencija (EDA)	0	0	0	1	1
Evropska vesoljska agencija (ESA)	1	2	1	1	0
Eureka	0	1	1	1	1
EIT - Evropski institut za inovacije in tehnologijo	0	0	2	2	2
COST	6	8	8	8	7
Drugo	6	7	5	5	8
SKUPAJ	33	40	45	50	45

ŠTEVILO TRŽNIH PROJEKTOV Z GOSPODARSTVOM



ŠTEVILO ZNANSTVENIH OBJAV TIP 1.01



ŠTEVILO PATENTOV



ZALOŽNIŠTVO IN REVIJE

ZALOŽNIŠTVO

Založba Fakultete za strojništvo izdaja študentska gradiva in druge neperiodične publikacije. Pri svojem delu založba FS uporablja od senata FS potrjen pravilnik, v katerem so navedeni glavni okviri delovanja. Založba FS letno izda do 25 publikacij z mednarodno standardno knjižno številko ISBN (International Standard Book Number) in CIP zapisom, tj. akronimom kataložnega zapisa. Sistem ISBN je založba FS pričela uporabljati leta 1986 in od takrat naprej izdala skoraj 340 publikacij z oznako ISBN. To so visokošolski učbeniki, zborniki domačih in mednarodnih konferenc, ki jih organizirajo katedre in laboratoriji FS, tiskane izdaje doktorskih del, znanstvene monografije. V zadnjem času so publikacije tudi v e-obliki na nosilcih CD in USB ključih, proto dostopni e-učbeniki so dostopni na spletni strani FS in Repozitoriju UL.

S tehnologijo digitalnega tiska so se postopki izvedbe tiska publikacij časovno močno skrajšali in istočasno tudi pocenili. Digitalni tisk omogoča kakovostno in relativno poceni izvedbo tiska tudi za številsko zelo majhno naklado. Zaradi te nove tehnologije je politika založbe FS takšna, da se naklada učbenika odproda v treh letih in se nato izvede ponatis z morebitnimi popravki in dopolnitvami. Naklade učbenikov za prve letnike so do 400 izvodov, za višje letnike in drugo stopnjo študija pa do 150 izvodov. Založba skuša izdajati učbenike po študentu prijazni ceni, za prve letnike okoli 10 EUR, za višje letnike pa okoli 15 EUR, ker so naklade manjše. Da pa založba FS dosega študentom prijazne cene, se avtorji pri prvi izdaji navadno odrečejo avtorskemu honorarju in šele ob ponatisu, ko ni več stroška recenzij, lektoriranja in oblikovanja, ostane nekaj tudi za avtorje.

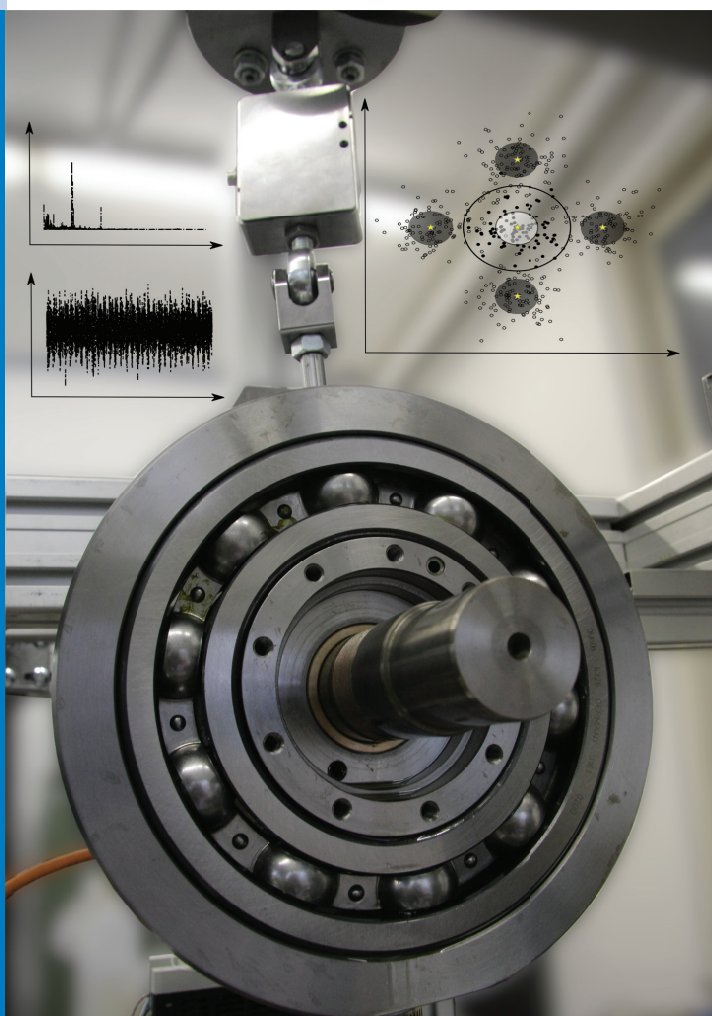
REVIJE

Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering

Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering objavlja teoretične in praktično usmerjene članke, ki obravnavajo vprašanja materialov, mehanike, kinematike, termodinamike, energetike, okolja, mehatronike, robotike, dinamike fluidov, tribologije, kibernetike, industrijskega inženirstva in konstruiranja. Vestnik spremlja nove trende in napredne prakse v strojništvu kot tudi



Strojniški vestnik **Journal of Mechanical Engineering**



no. **4**
year **2020**
volume **66**

drugih sorodnih znanostih, kot so elektrotehnika, gradbeništvo, procesna tehnika, medicina, mikrobiologija, ekologija, agronomija, prevozni sistemi, letalstvo ipd., ter s tem ustvarja edinstven forum za interdisciplinarni ali multidisciplinarni dialog. Izbrane članke z mednarodnih konferenc objavljamo v tematskih številkah SV – JME s povabljenimi souredniki. Revija je indeksirana v bazah WoS Thomson Reuters ter Scopus bazi, kjer je uvrščena v drugo četrtino.

Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering izhaja od leta 1955. Ustanovitelji in izdajatelji revije so Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru, Zveza strojnih inženirjev Slovenije in Združenje kovinske industrije, Gospodarska zbornica Slovenije.

Strojniški vestnik je prosto dostopen na spletni strani <https://www.sv-jme.eu/issues/volume-66-2020/>

Ventil

Ventil je znanstveno-strokovna revija in objavlja prispevke, ki obravnavajo razvojno in raziskovalno delo na Univerzi, inštitutih in v podjetjih s področja fluidne tehnike, avtomatizacije in mehatronike. Revija želi seznanjati strokovnjake z dosežki slovenskih podjetij, o njihovih izdelkih in dogodkih, ki so povezani z razvojem in s proizvodnjo na področjih, ki jih revija obravnava. Prav tako želi ustvariti povezavo med slovensko industrijo in razvojno in raziskovalno sfero ter med slovenskim in svetovnim proizvodnim, razvojnim in strokovnim prostorom. Naloga revije je tudi popularizacija področij fluidne tehnike, avtomatizacije in mehatronike še posebno med mladimi. Skrbi tudi za strokovno izrazoslovje na omenjenih področjih.

Izdajateljica revije je Fakulteta za Strojništvo Univerze v Ljubljani skupaj s soustanovitelji GZS-ZKI-FT (Gospodarska zbornica Slovenije Združenje kemijske industrije) in SDFT (Slovensko društvo za fluidno tehniko). Revija izide šestkrat letno v enojnih številkah v nakladi 1500 izvodov. Tehnična kakovost revije ustreza mednarodnim standardnom, veljavnim v Sloveniji. Revija je vključena tudi v podatkovne baze, kot so COBISS, INSPEC ter v nekatere tuje univerzitetne in knjižnične baze podatkov (RWTH Aachen – IFAS, TU – Wien, Univerza v Hannoveru in The British Library).

Revija je prosto dostopna na spletni strani <http://www.revija-ventil.si>.

REVIIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 26 / 2020 / 6 / December

Varjenje
debelostenskih
nerjavnih odkovkov

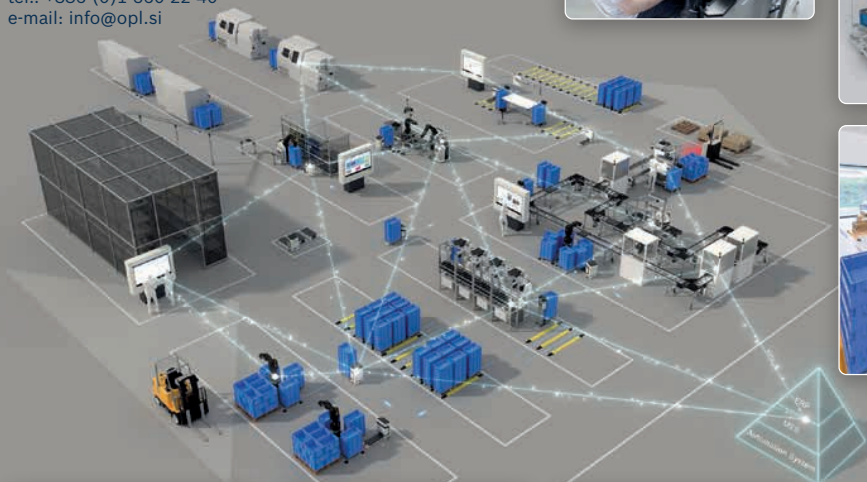
Testiranje
polimernih zobnikov

Vzdrževanje
hidravličnih naprav

Letalstvo -
Intervju

OPL **rexroth**
A Bosch Company

OPL industrijska avtomatizacija d.o.o.
Dobrave 2, 1236 Trzin, Slovenija
tel.: +386 (0)1 560 22 40
e-mail: info@opl.si



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

ppt commerce

Parker



MIEL **OMRON**
www.miel.si

OPL

la&co

Sinergija premikanja. Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.

Rexroth
Bosch Group

PODKRIŽNIK
group

OMEGA
AIR

ŠTUDIJSKA DEJAVNOST

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani se izvajajo študijski programi na vseh treh stopnjah že od leta 1960, kar dokazuje dobro ukoreninjenost študijski programov strojništva na Slovenskem. Študijski programi so se z leti prilagajali razmeram, se spreminjali v skladu z zakoni in predpisi ter bili v skladu z Bolonjsko deklaracijo povsem prenovljeni.



Danes Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani izvaja naslednje študijske programe:

1. STOPNJA

Visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje Strojništvo – Projektno aplikativni program

traja 3 leta, je praktično naravnan in se v 2. letniku deli na 5 temeljnih smeri študija, v 3. letniku pa na usmeritve. Diplomanti pridobijo naziv diplomiran-i/-a inženir/-ka strojništva (VS).

1. letnik	2. letnik - smeri	3. letnik - usmeritve
enoten	Energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo – EPO	Energetsko strojništvo, Hišna in sanitarna tehnika, Procesno inženirstvo
	Snovanje, obratovanje in vzdrževanje – SOV	Transportni in delovni stroji, Mobilna tehnika, Upravljanje tehničnih sistemov
	Proizvodno strojništvo – PRS	Proizvodne tehnologije, Vodenje proizvodnje, Tehnologija spajanja
	Mehatronika – MEH	Mehatronika
	Letalstvo – LET	Prometni pilot letala/ helikopterja, Snovanje in vzdrževanje letal

Univerzitetni študijski program 1. stopnje Strojništvo – Razvojno raziskovalni program traja 3 leta in je brez smeri. Študenti pridobijo teoretično znanje za nadaljevanje študija na 2. stopnji. Diplomanti pridobijo naziv diplomiran-i/-a inženir/-ka strojništva (UN).

2. STOPNJA

Magistrski študijski program 2. stopnje Strojništvo – Razvojno raziskovalni program traja 2 leti ter se deli na 4 osnovne in 7 interdisciplinarnih smeri. Diplomanti pridobijo naziv magister/-ica inženir/-ka strojništva.

Osnovne smeri	Interdisciplinarne smeri
Konstruiranje in mehanika: Mehanika gradiv, sistemov in procesov, Konstruiranje in razvoj	Sistemi prometne varnosti, Inženirska reologija, Okoljsko strojništvo, Varilstvo, Terotehnologije, Inženirska pedagogika, Inženirska varnost
Energetsko in procesno strojništvo: Toplotna in procesna tehnika, Energetska tehnika	
Proizvodno strojništvo: Proizvodne tehnologije in sistemi, Industrijsko inženirstvo	
Mehatronika in laserska tehnika	

Skupni magistrski program tribologije površin in kontaktov - TRIBOS traja 2 leti ter se deli na 4 osnovne in 7 interdisciplinarnih smeri. Diplomanti pridobijo naziv magister/-ica inženir/-ka strojništva.

3. STOPNJA

Doktorski študijski program Strojništvo traja 4 leta in se deli na 3 glavne smeri študija. Študenti pridobijo naziv doktor/-ica znanosti.

Smeri
Konstrukcijsko mehanske inženirske znanosti Energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika

Interdisciplinarni doktorski študijski program Varstvo okolja (koordiniran na ravni UL) traja 4 leta in združuje znanstvena področja 13 fakultet. Študenti pridobijo naziv doktor/-ica znanosti.

Interdisciplinarni doktorski študijski program Bioznanosti traja 4 leta in ga skupno izvajajo 4 članice UL. Študenti pridobijo naziv doktor/-ica znanosti.

RAZISKOVALNA DEJAVNOST

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani izpolnjuje svojo družbeno poslanstvo na znanstveno-raziskovalnem in razvojno-aplikativnem področju v luči zagotavljanja visoke stopnje odličnosti ter prenosa novih raziskovalnih spoznanj v industrijsko okolje.

Znanstveno-raziskovalna dejavnost na Fakulteti za strojništvo poteka na področjih:

- energetskega in procesnega strojništva,
- konstruiranja,
- mehanike in vzdrževanja strojev,
- proizvodnega strojništva,
- mehatronike,
- mikromehanskih sistemov,
- avtomatizacije

Raziskovalna dejavnost poteka v okviru laboratorijev. Fakulteta z aktivnim sodelovanjem z instituti, domačimi in tujimi podjetji ter z ostalimi organizacijami s področja medicine, elektrotehnike, kemije, računalništva in gradbeništva presega meje klasičnega raziskovalnega strojništva, saj stopa na nova raziskovalna področja, ki prinašajo večjo dodano vrednost družbi.

Raziskovalno delo je temelj za sodobno in kakovostno pedagoško delo

Med raziskovalci je močna zavest, da je raziskovalno delo temeljna osnova za sodobno in kakovostno pedagoško delo, zato je vpetost v nacionalne temeljene in aplikativne ter mednarodne projekte stalnica na fakulteti.

Razvoj mladih in perspektivnih kadrov

Na fakulteti je posebna skrb namenjena tudi vzgoji in razvoju mladih perspektivnih kadrov, ki se tudi zaradi programa Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS odločajo za poklicno raziskovalno pot.

Infrastrukturni center za sodobno strojništvo

V sklopu Mreže infrastrukturnih centrov Univerze v Ljubljani (MRIC UL) na fakulteti deluje Infrastrukturni center za sodobno strojništvo, ki nudi kakovostno delovanje, infrastrukturno podporo, vrhunsko znanje in medsebojno sodelovanje med raziskovalnimi skupinami znotraj raziskovalnih institucij, slovenske industrije in širše v mednarodnem prostoru. Center razpolaga z opremo velike vrednosti in zahteva visoko usposobljene in specializirane kadre za upravljanje in vzdrževanje le-te. Center je razdeljen na 4 podenote::

- Center makromehanskih vrednotenj materialov in konstrukcij
- Center video-diagnostičnih analiz v procesnem strojništvu
- Center diagnostike površin in maziv v strojnih konstrukcijah
- Center informacijskih tehnologij in računalniške podpore

S kakovostno usposobljenimi kadri, z razvitim sodelovanjem in interdisciplinarnostjo je danes Fakulteta za strojništvo največja znanstveno-raziskovalna ustanova na področju strojništva v Sloveniji.

Programske skupine

V okviru Javne agencije za Raziskovalno dejavnost RS delujejo programske skupine, ki predstavljajo zaokrožena področja raziskovanja za daljše časovno obdobje in so pomembna za Slovenijo. Raziskovalci Fakultete za strojništvo so vpeti v naslednjih 14 programskih skupin:

1. Sinergetika kompleksnih sistemov in procesov
2. Mehanika v tehniki
3. Trajnostni polimerni materiali in tehnologije
4. Fuzijske tehnologije
5. Tribologija
6. Razvojna vrednotenja
7. Modeliranje v tehniki in medicini
8. Proizvodni sistemi, laserske tehnologije in spajanje materialov - PLAS
9. Inovativni izdelovalni sistemi in procesi
10. Napredne izdelovalne tehnologije za visokokakovostno in trajnostno proizvodnjo
11. Energetsko strojništvo
12. Prenos toplote in snovi
13. Tranzientni dvofazni tokovi
14. Optodinamika

PREDSTAVITEV PROGRAMSKIH SKUPIN IN AKTIVNOSTI LABORATORIJEV



01

MODELIRANJE V TEHNIKI IN MEDICINI

Programska skupina Modeliranje v tehniki in medicini je zasnovana interdisciplinarno in jo sestavljajo raziskovalci s Fakultete za strojništvo in z Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani.

Glavna raziskovalna dejavnost je modeliranje sistemov, ki nastopajo v prometu in vključujejo modeliranje mehanskih in anatomskih struktur za preučevanje odzivov sistemov na različne vrste vzburjanja. Razviti materialni in mehanski modeli, ki so vključeni v komercialne programske pakete in se jih dopolnjuje, so uporabljeni za napovedovanje obnašanja ter iniciacije in rasti poškodbe kovinskih in nekovinskih materialov pri različnih monotonih in dinamičnih obremenitvah.

To omogoča modeliranje različnih vrst mehanskih in biomehanskih sistemov (človeško telo, vozila, prometne naprave). Skupina raziskuje in dopolnjuje tudi podatke in njihove povezave v bazah prometnih podatkov ter razvija geoinformacijske sisteme, katerih cilj je določanje tveganja prometnih nezgod na posameznih delih cestnega omrežja.



Laboratorij za modeliranje elementov in konstrukcij **LAMEK**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Strojništvo • Specialna konstrukcijska znanja • Ležaji velikih dimenzij
 • Kotalne vrtljive zveze • Procesi zgorevanja v motorjih z notranjim
 zgorevanjem • Vozila • Prometne nezgode • Konstruiranje strojev
 • Mehanika konstrukcij in strojev • Geometrijsko dimenzioniranje in
 toleriranje • Ekspertni sistemi • Tolerančne analize
 • Prometne raziskave • Biomehanika • Inženirstvo vozil
 • Meritve v prometu • Analiza prometnih nezgod

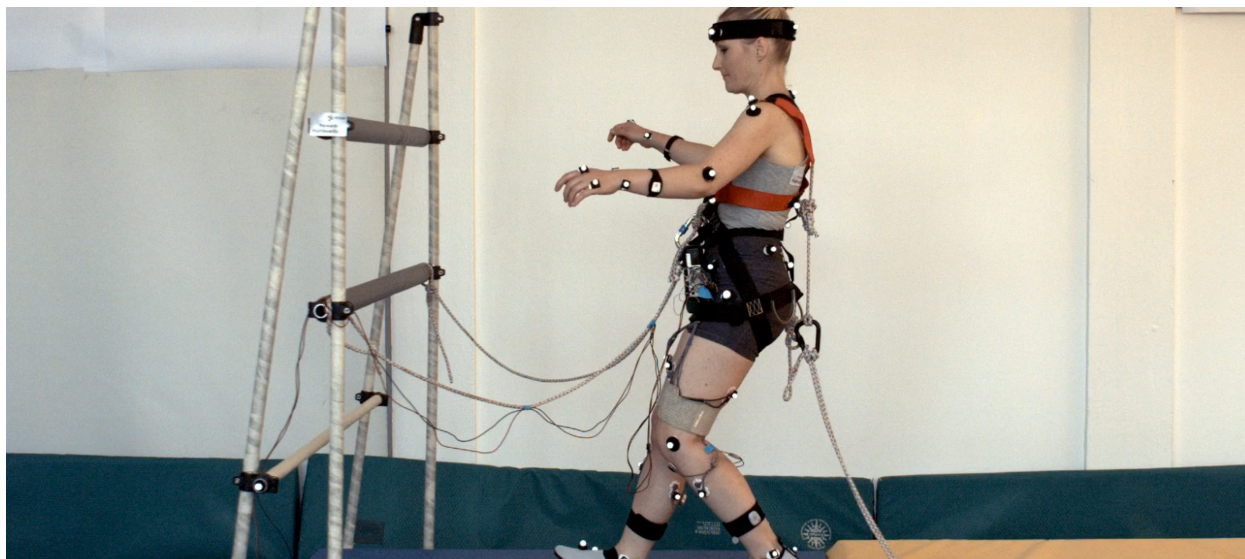
VODJA LABORATORIJA doc. dr. Samo Zupan

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Robert Kunc, doc. dr. Jovan Trajkovski, doc. dr. Andrej Žerovnik, asist. dr. Ana Trajkovski, asist. dr. Matej Kranjec, asist. Aleksander Novak, doc. dr. Miha Ambrož, asist. dr. Simon Krašna, Slobodanka Ivanjić Kostrešević, Jernej Korinšek, Luka Roblek, Silva Brenčič

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

TRAJKOVSKI, Ana, HRIBERNIK, Marija, KUNC, Robert, KRANJEC, Matej, KRAŠNA, Simon. Analysis of the mechanical response of damaged human cervical spine ligaments. Clinical biomechanics, 2020, vol. 75, p. 1-9.

KRANJEC, Matej, TRAJKOVSKI, Ana, KRAŠNA, Simon, HRIBERNIK, Marija, KUNC, Robert. Material properties of human patellar-ligament grafts from the elderly population. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 2020, vol. 110, p. 1-9.



KRAŠNA, Simon, DJORDJEVIĆ, Srdjan. Estimating the effects of awareness on neck-muscle loading in frontal impacts with EMG and MC sensors. *Sensors*, 2020, vol. 20, no. 14, p. 1-15.

KRANJEC, Matej, KORINŠEK, Jernej, AMBROŽ, Miha, KUNC, Robert. Control system for a tensile-testing device using low-cost hardware and open-source software. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 3, p. 155-163.

AMBROŽ, Miha, TRAJKOVSKI, Jovan, KUNC, Robert. Decelerations of passenger vehicles on gravel arrester beds. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 5, p. 1-13.

BIČEK, Matej, CONNES, Raphaël, OMEROVIĆ, Senad, GÜNDÜZ, Aydin, KUNC, Robert, ZUPAN, Samo. The bearing stiffness effect on in-wheel motors. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 10, p. 1-18.

DOKTORSKA DELA

KRANJEC, Matej. Biomehantični model človeškega kolena pri aktivnem obremenjevanju. Mentor Robert Kunc, somentor Jože Balažic.

BLAŽ, Janez. Sistem za upravljanje in kontrolo javnega potniškega prometa. Mentor Miha Ambrož.

PROJEKTI

DARS - Testing the deceleration of a passenger car. Robert Kunc. 3.7.2019 – 3.7.2020

EDA - Hybrid Drive Trains. Samo Zupan. 13.12.2019 – 23.1.2021

Obzorje 2020 - VIRTUAL - Open access virtual testing protocols for enhanced road users safety. Simon Krašna. 01.06.2018 – 31.05.2022

Podjetje SMM – Raziskovalno delo. Robert Kunc. Traja od 1.1.2016

Development of transitions and terminals of road safety barriers. Robert Kunc. september 2019 – september 2020

PATENTI

ŽEROVNIK, Andrej, TUŠEK, Jaka. Hybrid thermal apparatus = Hybride thermische Vorrichtung = Appareil thermique hybride : European patent specification EP 3 542 108 B1, 2020-11-04. Munich: European Patent Office, 2020.

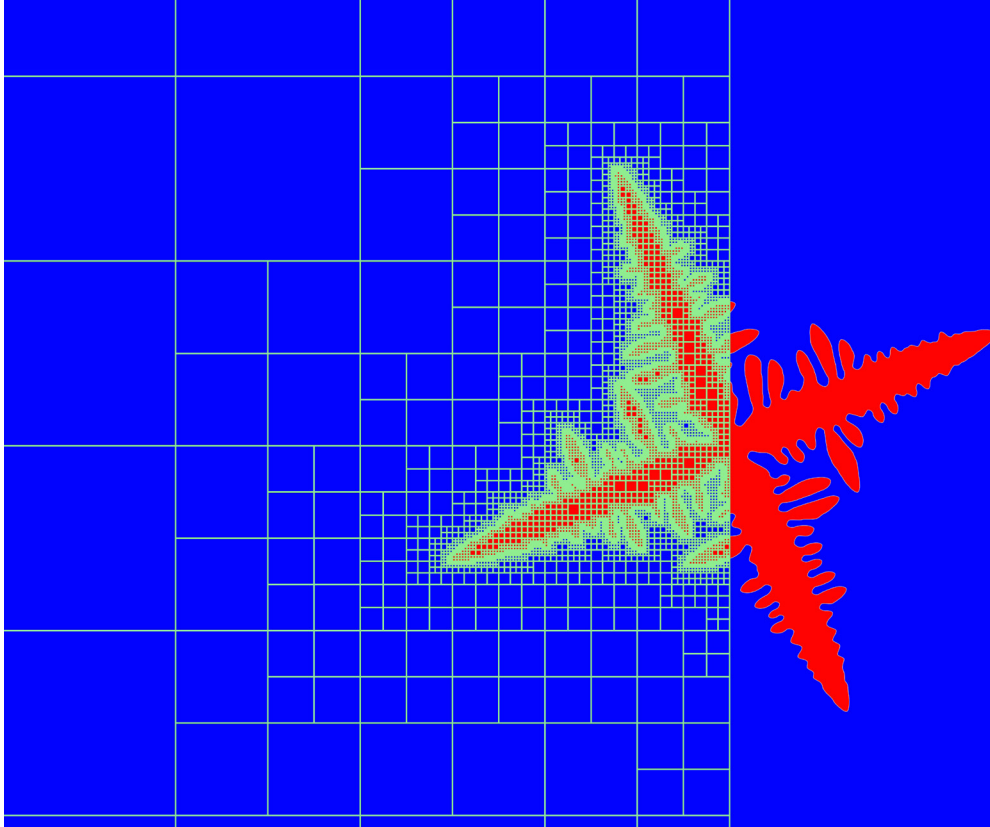
Andrej Voje, Robert Kunc: Podvodni skuter za potapljače. Patent št. 25691. Št. Prijave: P-201800177. Razvrstitev po mednarodni klasifikaciji patentov: B63C 11/00.

02

TRANZIENTNI DVOFAZNI TOKOVI

Ključne dolgoročne raziskovalne aktivnosti
Programske skupine so usmerjena na področja:

1. Dvofaznih tokov (plin-kapljevina, trdnina-plin), kjer želimo vključiti v obravnavo tudi kompleksnejše sisteme z različnimi tipi mej, gibajočimi površinami (kot npr. mešalne posode, kapalni reaktorji, fluidiziran sloj pri oblaganju pelet), ki so pogosti v industriji.
2. Obravnave vpliva neustaljenega stenskega trenja na amplitudo in časovni potek tlačnih sunkov med potekom pretrganja kapljevinskega stebra v industrijskih aplikacijah.
3. Modeliranje in simulacije v medicini pri študijah interakcij fluid-okoliška struktura, npr. delen kolaps dihalne poti ter sklopljene vibracije mehkega tkiva pri toku zraka skozi dihalno pot. Edina umevna metodologija, ki vodi v uspešen znanstveni razvoj je koherentna in tesna integracija teorije, modeliranja in simulacije (TMS) z eksperimentom (E) in pridobljenih podatkov.
4. Validacija CFD kod, kjer bodo problemi zbrani v iskanju generičnih principov simulacije kompleksne dinamike fluidov, da bi lahko ocenili domet uporabe v izbranih industrijskih problemih.



Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko **LFD**T

RAZISKOVALNA PODROČJA

Dvofazni tok • Mikrofluidika • Strjevanje • Brez mrežne metode • Večnivojsko in večfizikalno modeliranje • Modeliranje in simulacije v medicini • Inteligentni sistemi

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Božidar Šarler

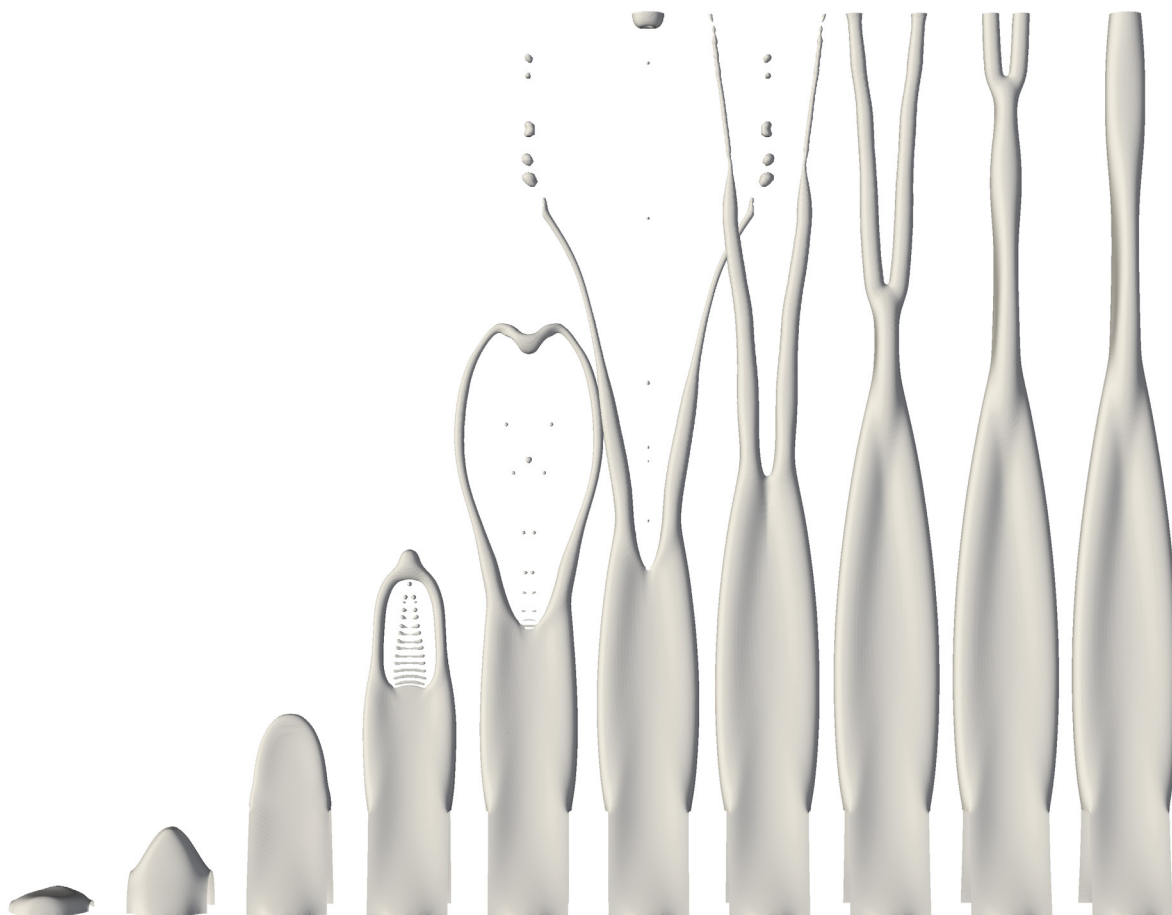
ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Anton Bergant, doc. dr. Andrej Bombač, doc. dr. Matjaž Perpar, asist. dr. Boštjan Mavrič, asist. dr. Jurij Gregorc, asist. raz. dr. Zahoor Rizwan, asist. dr. Vanja Hatić, zna. sod. dr. Zlatko Rek, asist. dr. Umut Hanoglu, asist. raz. dr. Katarina Mramor, dr. Miha Kovačič, znan. sod. dr. Robert Vertnik, asist. raz. dr. Qingguo Liu, Belšak Grega, Matic Cotič, Rana Khush Bakhat, asist. Gašper Vuga, asist. Ajda Kunavar, asist. Tadej Dobravec, Zdenka Rupič

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

DOBRAVEC, Tadej, MAVRIČ, Boštjan, ŠARLER, Božidar. Reduction of discretisation-induced anisotropy in the phase-field modelling of dendritic growth by meshless approach. Computational materials science, 2020, vol. 172, p. 1-12.

PERPAR, Matjaž, REK, Zlatko. Soil temperature gradient as a useful tool for small water leakage detection from district heating pipes in buried channels. Energy, 2020, vol. 201, p. 1-13.

HATIĆ, Vanja, MAVRIČ, Boštjan, ŠARLER, Božidar. Simulation of macrosegregation in direct-chill casting: a model based on meshless diffuse approximate method. Engineering analysis with boundary elements, 2020, vol. 113, p. 191-203.



MAVRIČ, Boštjan, ŠARLER, Božidar. Equivalent-PDE based stabilization of strong-form meshless methods applied to advection-dominated problems. *Engineering analysis with boundary elements*, 2020, vol. 113, p. 315-327.

MRAMOR, Katarina, VERTNIK, Robert, ŠARLER, Božidar. Application of the local RBF collocation method to natural convection in a 3D cavity influenced by a magnetic field. *Engineering analysis with boundary elements*, 2020, vol. 116, p. 1-13.

KOVAČIČ, Miha, ŽUPERL, Uroš. Genetic programming in the steelmaking industry. *Genetic programming and evolvable machines*, 2020, vol. 21, p. 99-128.

ZHOU, Ling, CAO, Jun, KARNEY, Bryan W., BERGANT, Anton, TIJSSELING, Arris S., LIU, Deyou, WANG, Pei. Expulsion of entrapped air in a rapidly filling horizontal pipe. *Journal of hydraulic engineering*, 2020, vol. 146, no. 7, p. 1-16.

KOVAČIČ, Tine, KOVAČIČ, Miha, OVSENIK, Rok, ZURC, Joca. The impact of multicomponent programmes on balance and fall reduction in adults with intellectual disabilities: a randomised trial. *Journal of intellectual disability research*, 2020, vol. 64, part 5, p. 381-394.

ŽUPERL, Uroš, IRGOLIČ, Tomaž, KOVAČIČ, Miha. Minimum depth of milling to obtain the desired surface roughness in multi-layer materials = Minimalna globina frezanja za dosego želene hrapavosti površine pri večslojnih materialih. *Materiali in tehnologije*, 2020, vol. 54, no. 6, p. 747-753.

GRAČNAR, Anemari, KOVAČIČ, Miha, BREZOČNIK, Miran. Decreasing of guides changing with pass design optimization on continuous rolling mill using a genetic algorithm. *Materials and manufacturing processes*, 2020, vol. 35, no. 6 (Spec. iss.), p. 663-667.

STEINER PETROVIČ, Darja, MANDRINO, Djordje, ŠARLER, Božidar, HORKY, Jelena, OJDANIC, Andrea, ZEHETBAUER, Michael J., ORLOV, Dmytro. Surface analysis of biodegradable Mg-alloys after immersion in simulated body fluid. *Materials*, 2020, vol. 13, no. 7, p. 1-13.

ZAHOOR, Rizwan, REGVAR, Rok, BAJT, Saša, ŠARLER, Božidar. A numerical study on the influence of liquid properties on gas-focused micro-jets. *Progress in computational fluid dynamics*, 2020, vol. 20, no. 2, p. 71-83.

URBANOWICZ, Kamil, DUAN, Huan-Feng, BERGANT, Anton. Transient flow of liquid in plastic pipes. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 2, p. 77-90.

KOVAČIČ, Miha, ĐUKIĆ, Goran, GAJŠEK, Brigita, STOPAR, Klemen. CAD based electric transporter path planning and production storage optimization using genetic algorithm - industrial case study. *Tehnički glasnik*, 2020, vol. 14, no. 2, p. 174-179.

PROJEKTI

ARRS - Večfizikalno in večnivojsko numerično modeliranje za konkurenčno kontinuirno ulivanje. Božidar Šarler. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS - Modeliranje zračnih mehurjev ujetih v hidravličnih cevni sistemih. Anton Bergant. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS - Napredno brez mrežno modeliranje in simulacija večfaznih sistemov. Božidar Šarler. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS - Modeliranje za termični nadzor komponent v stiku s plazmo (PFCs) fuzijskih reaktorjev. 1.3.2020 - 28.2.2022

ARRS - Simulacije vročega valjanja za proizvodnjo jekel vrhunskih kvalitet. Umut Hanoglu. 1.9.2020 - 31.8.2023

Podjetje DESY - Innovative methods for imaging with the use of x-ray Free Electron Laser and synchrotron sources. Božidar Šarler. 13.4.2018 – 12.4.2022

SALIHU, Shpetim, KOVAČIČ, Miha, ŽUPERL, Uroš. Investigation and modeling of cutting tool temperature in turning of inconel 625 steel by using taguchi method and long short term memory network. *Proceedings in manufacturing systems*. [Print ed.]. 2020, vol. 15, iss.2, p. 59-64.

PERPAR, Matjaž, REK, Zlatko. Soil temperature gradient as a useful tool for small water leakage detection from district heating pipes in buried channels. *Energy*. 2020, vol. 201, p. 1-13.

03

ENERGETSKO STROJNIŠTVO

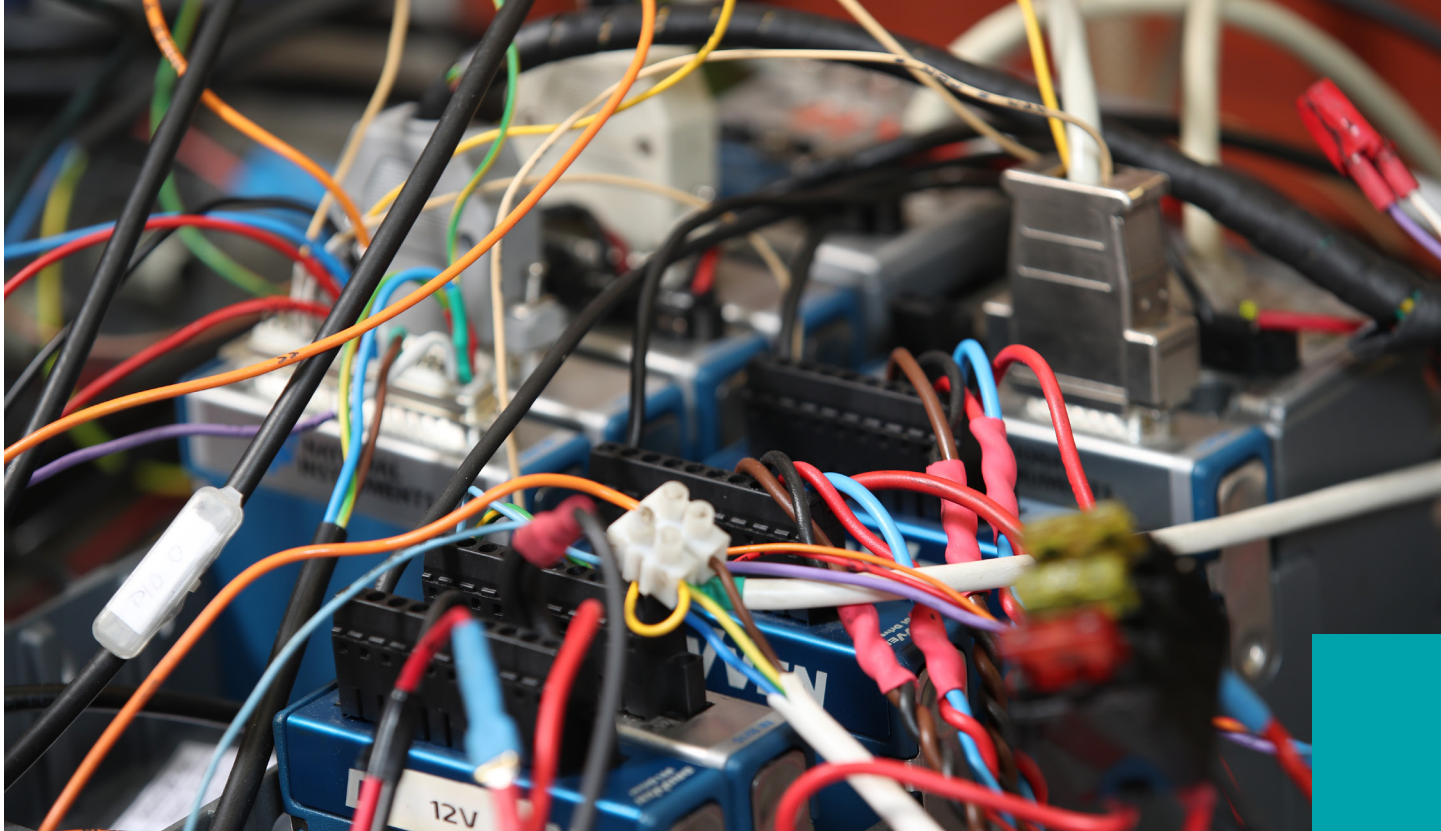
Raziskovalni program energetska strojništvo deluje na širokem področju aktivnosti:

Na področju motorjev z notranjim zgorevanjem raziskujemo napredne zasnove krmiljenja motorjev in optimizacijo izmenjave delovnega medija. Ob tem sodelujemo pri snovanju prihodnjih hibridnih, električnih in konvencionalnih pogonskih sistemov vozil.

Na področju gorivnih celic in baterij razvijamo novo generacijo elektrokemijskih modelov za celice, ki vsebujejo nanomateriale.

Za visoko učinkovitost, trajnost, ekonomsko in okoljsko vzdržnost rabe alternativnih goriv, med drugim za raziskave stacionarnih energetskih sistemov, optimiziramo delovanje sistemov za soproizvodnjo toplote in elektrike.

Raziskovalno delo na področju turbinskih strojev obsega razvoj sistemov z visokim izkoristkom in nizkim hrupom. Razvijamo modele kavitacijske erozije. Študiramo tudi biološke učinke kavitacije za uporabo v medicini in pri čiščenju odpadnih vod.



Laboratorij za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost LICeM

RAZISKOVALNA PODROČJA

Motorji z notranjim zgorevanjem • Alternativna goriva • Izpusti onesnažil
• Hibridni pogonski sistemi vozil • Električna vozila • Gorivne celice •
Baterije • Numerično modeliranje sistemov in komponent naprav

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Tomaž Katrašnik

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Tine Seljak, asist. dr. Ambrož Kregar, asist. dr. Samuel Rodman Oprešnik, asist. raz. dr. Gregor Tavčar, asist. raz. dr. Rok Vihar, asist. raz. dr. Anton Žnidarčič, dr. Chowdhury Haque Amer Amor, asist. dr. Klemen Zelič, asist. dr. Urban Žvar Baškovič, Igor Mele, Andraž Kravos, Ivo Pačnik, Davor Rašić, asist. Žiga Rosec, Tibaut Tilen, Darja Jeločnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

KREGAR, Ambrož, TAVČAR, Gregor, KRAVOS, Andraž, KATRAŠNIK, Tomaž. Predictive system-level modeling framework for transient operation and cathode platinum degradation of high temperature proton exchange membrane fuel cells. Applied energy, 2020, vol. 263, p. 1-17.

KRAVOS, Andraž, KREGAR, Ambrož, KATRAŠNIK, Tomaž. Hybrid methodology for efficient on the fly (re)parametrization of proton exchange membrane fuel cells electrochemical model for diagnostics and control applications. ECS transactions, 2020, vol. 98, no. 9, p. 13-24.

KREGAR, Ambrož, FRÜHWIRT, Philipp, RITZBERGER, Daniel, JAKUBEK, Stefan, KATRAŠNIK, Tomaž, GESCHEIDT, Georg. Sensitivity based order reduction of a chemical membrane degradation model for low-temperature proton exchange membrane fuel cells. Energies, 2020, vol. 13, no. 21, p. 1-16.

ROSEC, Žiga, DIAS, Véronique, CONTINO, Francesco, KATRAŠNIK, Tomaž, SELJAK, Tine.



Comparative analysis of bio-intermediates and waste-derived fuels in experimental gas turbine. *Frontiers in mechanical engineering*, 2020, vol. 6, p. 1-14.

TAVČAR, Gregor, KATRAŠNIK, Tomaž. A real time capable quasi 3D system level model of PEM fuel cells. *Fuel cells*, 2020, vol. 20, no. 1, p. 17-32.

KREGAR, Ambrož, KRAVOS, Andraž, KATRAŠNIK, Tomaž. Methodology for evaluation of contributions of Ostwald ripening and particle agglomeration to growth of catalyst particles in PEM fuel cells. *Fuel cells*, 2020, vol. 20, no. 4, p. 487-498.

KRAVOS, Andraž, SELJAK, Tine, RODMAN OPREŠNIK, Samuel, KATRAŠNIK, Tomaž. Operational stability of a spark ignition engine fuelled by low H₂ content synthesis gas: thermodynamic analysis of combustion and pollutants formation. *Fuel*, 2020, vol. 261, p. 1-23.

DIMITRIADIS, Athanasios, SELJAK, Tine, VIHAR, Rok, ŽVAR BAŠKOVIČ, Urban, DIMARATOS, Athanasios, BEZERGIANI, Stella, SAMARAS, Zissis, KATRAŠNIK, Tomaž. Improving PM-NO_x trade-off with paraffinic fuels. *Fuel*, 2020, vol. 265, p. 1-20.

ROSEC, Žiga, ŽVAR BAŠKOVIČ, Urban, KATRAŠNIK, Tomaž, SELJAK, Tine. Exhaust gas recirculation with highly oxygenated fuels in gas turbines. *Fuel*, 2020, vol. 278, p. 1-12.

ŽNIDARČIČ, Anton, SELJAK, Tine, KATRAŠNIK, Tomaž. Surrogate model for improved simulations of small-scale sludge incineration plants. *Fuel*, 2020, vol. 280, p. 1-15.

KRAVOS, Andraž, RITZBERGER, Daniel, TAVČAR, Gregor, HAMETNER, Christoph, JAKUBEK, Stefan, KATRAŠNIK, Tomaž. Thermodynamically consistent reduced dimensionality electrochemical model for proton exchange membrane fuel cell performance modelling and control. *Journal of power sources*, 2020, vol. 454, p. 1-16.

MELE, Igor, PAČNIK, Ivo, ZELIČ, Klemen, MOŠKON, Jože, KATRAŠNIK, Tomaž. Advanced porous electrode modelling framework based on more consistent virtual representation of the electrode topology. *Journal of the Electrochemical Society*, 2020, vol. 167, no. 6, p. 1-18.

MASELJ, Nik, GATALO, Matija, RUIZ-ZEPEDA, Francisco, KREGAR, Ambrož, JOVANOVIČ, Primož, HODNIK, Nejc, GABERŠČEK, Miran. The importance of temperature and potential window in stability evaluation of supported Pt-based oxygen reduction reaction electrocatalysts in thin film rotating disc electrode setup. *Journal of the Electrochemical Society*, 2020, vol. 167, no. 11, p. 1-8.

KREGAR, Ambrož, RAMŠAK, Anton. Rashba-controlled two-electron spin-charge qubits as building blocks of a quantum computer. *Modern physics letters B*, 2020, vol. 34, no. 19/20, p. 1-11.

KREGAR, Ambrož, RAMŠAK, Anton. Qubit transformations on Rashba ring with periodic potential. *New journal of physics*, 2020, vol. 22, p. 1-15.

FRÜHWIRT, Philipp, KREGAR, Ambrož, TÖRRING, Jens T., KATRAŠNIK, Tomaž, GESCHEIDT, Georg. Holistic approach to chemical degradation of Nafion membranes in fuel cells: modelling and predictions. *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2020, vol. 22, p. 5647-5666.

PATENTI

PERNE, Teos, SELJAK, Tine, ŠETINC, Marko. Naprava za uplinjanje trdnih materialov z vsebnostjo ogljika, s poudarjeno koncentracijo katranov in njihovo katalitsko pretvorbo v ogljikov monoksid in vodik: patent SI 25771 A, 2020-07-31. Ljubljana: Urad republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

PERNE, Teos, SELJAK, Tine, ŠETINC, Marko. Postopek uplinjanja trdnih materialov z vsebnostjo ogljika, s poudarjeno koncentracijo katranov in njihovo katalitsko pretvorbo v ogljikov monoksid in vodik: patent SI 25770 A, 2020-07-31. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

PROJEKTI

Podjetje AVL List – Research of Li-ion Battery. Tomaž Katrašnik - 1.1.2020 - 31.12.2020.

Podjetje KPMG – Research. Tomaž Katrašnik - 26.2.2020

COMET K2 Funding Program - K2 Digital Mobility - Context-Embedded Vehicle Technologies. Tomaž Katrašnik. 01.01.2018 – 31.12.2021

ERDF (Smart Specialization) MOZTART -Učinkovitejši elektroMOTORji Z razvojem eksperimentalnega sistema in novih tehnologij. Tomaž Katrašnik. 1.10.2018 – 30.9.2021

ERDF (Smart Specialization) - NMP - Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov. Tomaž Katrašnik. 01.09.2016 – 30.06.2020

FFG (Austria) - CD Labor - CD Laboratory for Innovative Control and Monitoring of Automotive Powertrain Systems. Tomaž Katrašnik. 01.06.2018 – 31.01.2024

Obzorje 2020 – OBELICS - Optimization of scalable real-time models and functional testing for e-drive Concepts. Tomaž Katrašnik. 01.10.2017 – 30.09.2020

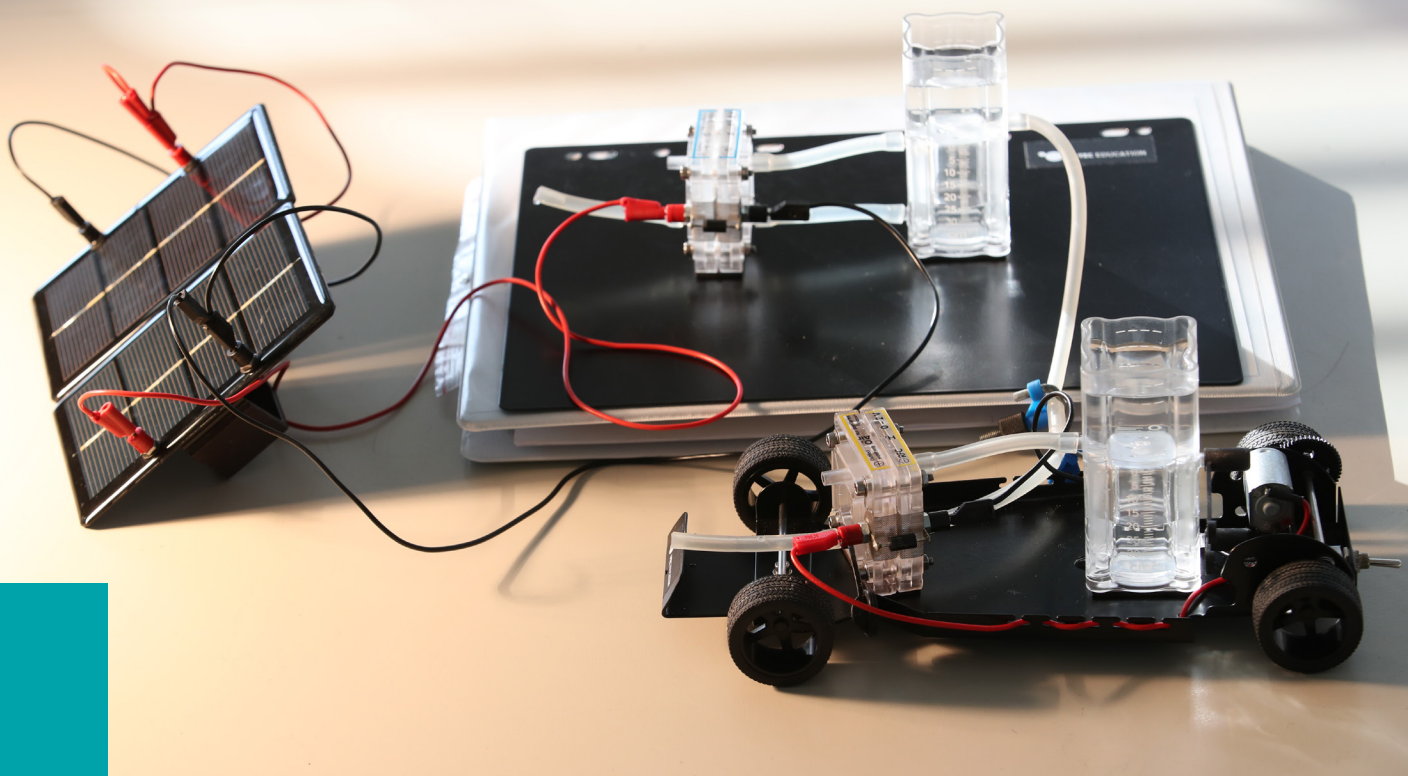
ARRS – Nova generacija elektrokemijskega baterijskega modela LiFePO₄. Tomaž Katrašnik. 1. 5. 2017 – 30. 4. 2020

ARRS - Zgorevanje brez okoljskega odtisa za proizvodnjo zelene energije. Tine Seljak. 1. 7. 2019 – 30. 6. 2021

ARRS - Napredni večskalni model NMC katodnih materialov za izboljšane sisteme za shranjevanje energije naslednje generacije. Tomaž Katrašnik. 1.9.2020 - 31.8.2023

NAGRADE IN DOSEŽKI

Andraž Kravos in Ambrož Kregar sta prejela priznanje Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.



Laboratorij za termoenergetiko **LTE**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Energetski sistemi • Generatorji toplote • Zgorevanje • Vodikove tehnologije • Pametna omrežja • Metologija študije življenjskih ciklov • Okoljski vplivi in ogljični odtis

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Mihael Sekavčnik

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Andrej Senegačnik, doc. dr. Boštjan Drobnič, doc. dr. Mitja Mori, znan. sod. dr. Igor Kuštrin, dr. Andrej Lotrič, asist. raz. Nejc Mlakar, asist. dr. Rok Stropnik, Darja Jeločnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

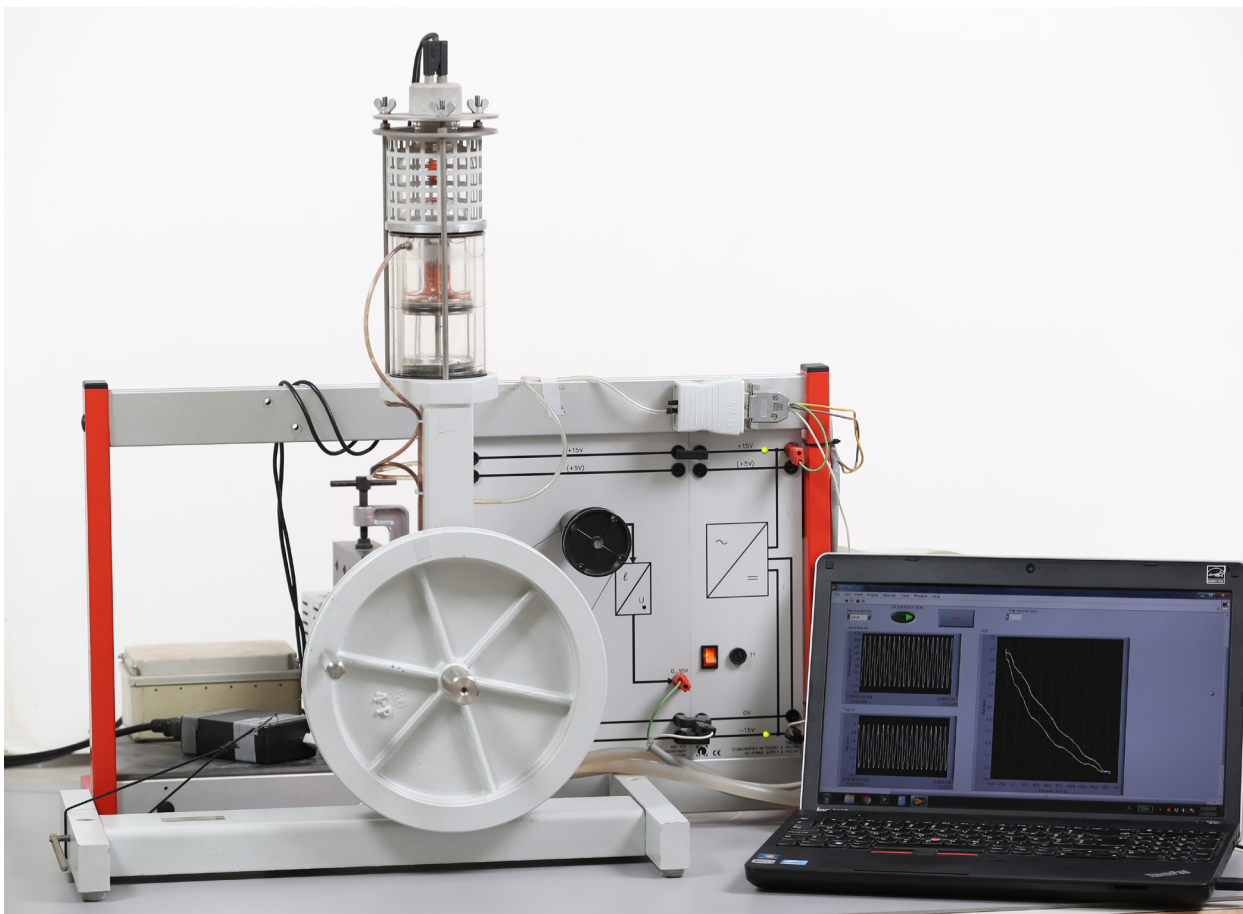
KUŠTRIN, Igor, JURJEVČIČ, Boštjan, SENEGAČNIK, Andrej. An electrostatic measuring technique for monitoring particle size in dilute pneumatic transport. Thermal science. 2020, iss. 6, p. 4061-4073.

RECENZIRANI UČBENIKI

DROBNIČ, Boštjan, SENEGAČNIK, Andrej. Industrijska energetika: zbirka rešenih nalog s kratkimi teoretičnimi osnovami. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2020.

DOKTORSKA DELA

STROPNIK, Rok. Analiza življenjskih ciklov vodikovih tehnologij v prihodnji energijski oskrbi. Mentor Mihael Sekavčnik.



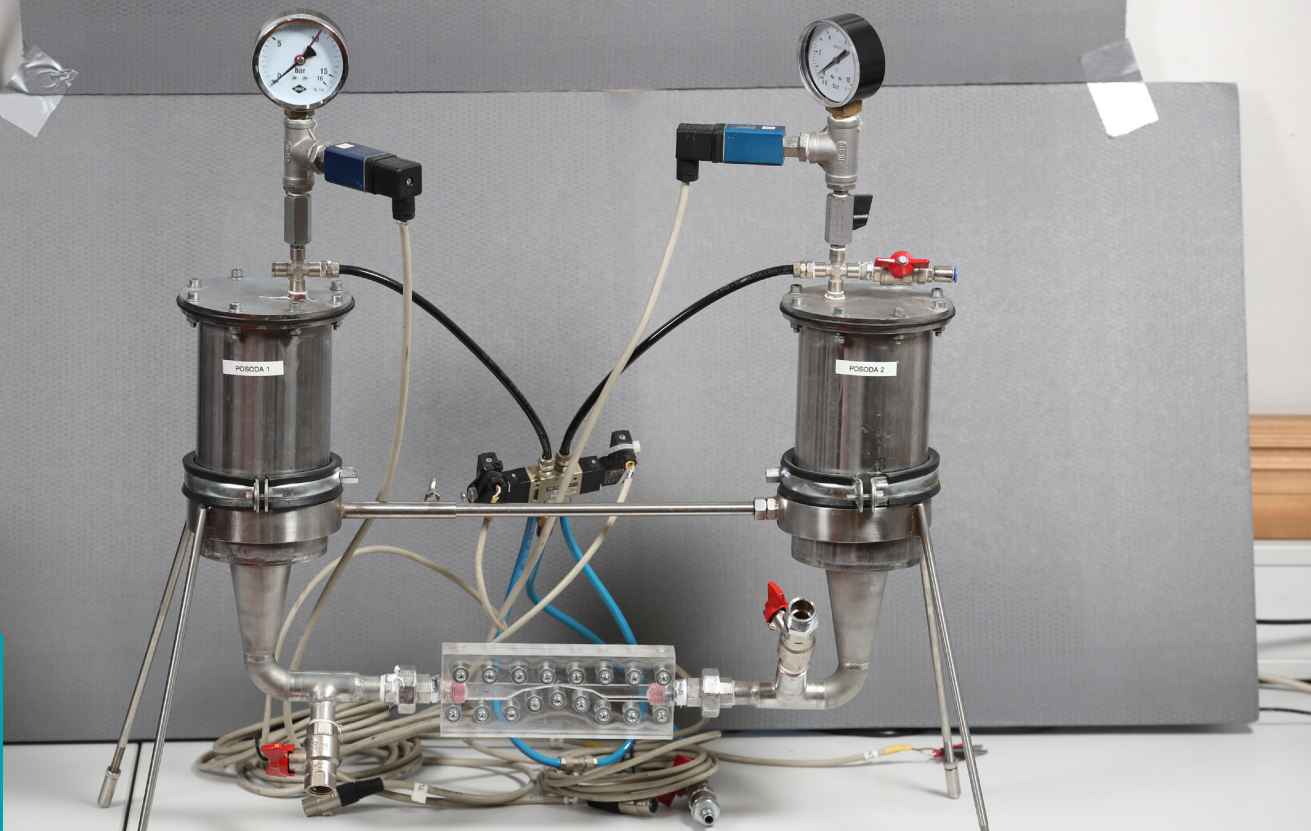
PROJEKTI

COST - CA COST Action CA16235 - Performance and Reliability of Photovoltaic Systems: Evaluations of Large-Scale Monitoring Data. Mitja Mori. 05.10.2017 - 04.10.2021

LIFE SUSTAINHUTS - Sustainable Mountain huts in Europe. Mihael Sekavčnik. 01.07.2016 - 30.06.2020

ARRS - Optimizacijsko vodenje pretvornika energije v vodik v povezavi s hidro elektrarno 1.7.2019 - 30.6.2022

Termoelektrarna Šoštanj - Tehnična podpora za delovanje TEŠ. Mihael Sekavčnik. 1.3.2018 - 28.2.2022



Laboratorij za vodne in turbinske stroje **LVTS**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Mehanika fluidov • Turbinski stroji • Računalniško podprta vizualizacija

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Marko Hočevar

ČLANI LABORATORIJA prof. dr. Matevž Dular, doc. dr. Benjamin Bizjan, doc. dr. Martin Petkovšek, asist. dr. Lovrenc Novak, dr. Darjan Podbevšek, znan. sod. dr. Mojca Zupanc, asist. Jurij Gostiša, asist. Jure Zevnik, sam. razv. mag. Tone Godeša, asist. Gregor Kozmus, Aleš Malneršič, Matej Sečnik, asist. Peter Pipp, asist. Žiga Pandur, Pero Gatarić, Darja Jeločnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

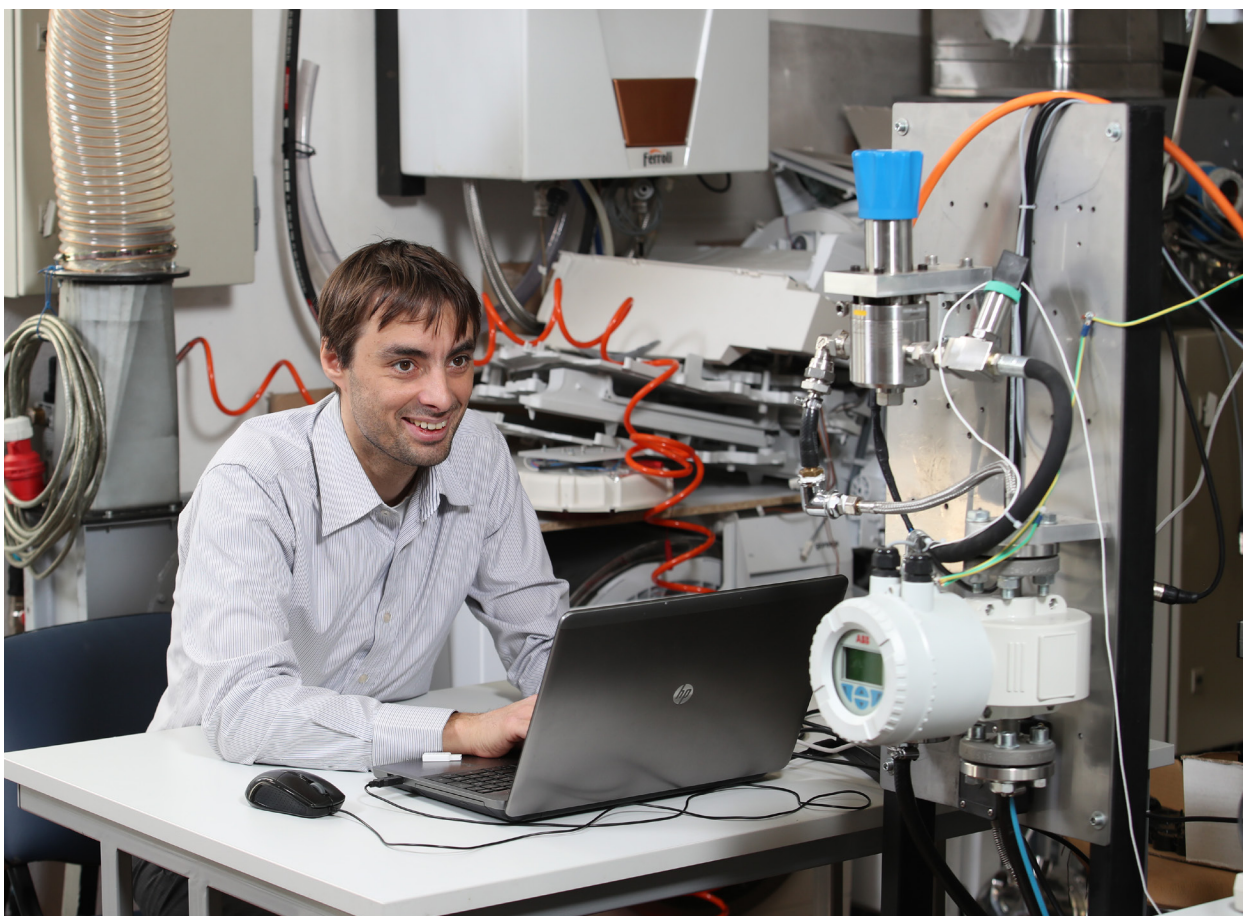
ZUPANC, Mojca, PETKOVŠEK, Martin, ZEVIK, Jure, KOZMUS, Gregor, ŠMID, Alenka, DULAR, Matevž. Anomalies detected during hydrodynamic cavitation when using salicylic acid dosimetry to measure radical production. Chemical engineering journal, 2020, vol. 396, p. 1-11.

BERK, Peter, STAJNKO, Denis, BELŠAK, Aleš, HOČEVAR, Marko. Digital evaluation of leaf area of an individual tree canopy in the apple orchard using the LIDAR measurement system. Computers and electronics in agriculture, 2020, vol. 169, p. 1-12.

MUNI, Jernej, HOČEVAR, Marko, PETRIČ, Klemen, DULAR, Matevž. Development of CFD-based procedure for 3d gear pump analysis. Engineering applications of computational fluid mechanics, 2020, vol. 14, no. 1, p. 1023-1034.

RAK, Gašper, STEINMAN, Franci, HOČEVAR, Marko, DULAR, Matevž, JEZERŠEK, Matija, PAVLOVČIČ, Urban. Laser ranging measurements of turbulent water surfaces. European journal of mechanics, B, Fluids, 2020, vol. 81, p. 165-172.

PETKOVŠEK, Martin, HOČEVAR, Marko, DULAR, Matevž. Visualization and measurements of



shock waves in cavitating flow. *Experimental thermal and fluid science*, 2020, vol. 119, p. 1-10.

BILUŠ, Ignacijo, HOČEVAR, Marko, DULAR, Matevž, LEŠNIK, Luka. Numerical prediction of various cavitation erosion mechanisms. *Journal of fluids engineering: Transactions of the ASME*, 2020, vol. 142, no. 4, p. 1-8.

RAK, Gašper, HOČEVAR, Marko, STEINMAN, Franci. Non-intrusive measurements of free-water-surface profiles and fluctuations of turbulent, two-phase flow using 2-D laser scanner. *Measurement science & technology*, 2020, vol. 31, no. 6, p. 1-14.

SU, Z., ŽITKO, Rok, HOČEVAR, Marko, et al. Erasing odd-parity states in semiconductor quantum dots coupled to superconductors. *Physical review. B*, 2020, vol. 101, no. 23, p. 1-6.

KOVAČIČ, Ana, ŠKUFCAR, David, ZUPANC, Mojca, GOSTIŠA, Jurij, BIZJAN, Benjamin, KRIŠTOFELC, Nina, SOLLNER DOLENC, Marija, HEATH, Ester. The removal of bisphenols and other contaminants of emerging concern by hydrodynamic cavitation: from lab-scale to pilot-scale. *Science of the total environment*, 2020, vol. 743, p. 1-7.

BIZJAN, Benjamin, ŠIROK, Brane, BLAGOJEVIČ, Marko. Analogue experimental study of fiber formation on two-wheel spinner. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 5, p. 279-288.

LIPOLT, Andraž, ŠIROK, Brane, HOČEVAR, Marko, NOVAK, Lovrenc. Convective drying of sewage sludge layer in through-flow. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 9, p. 481-493.

WANG, Yong, ZHANG, Zilong, CHEN, Jie, LIU, Houlin, ZHANG, Xiang, HOČEVAR, Marko. Effect of blade coating on a centrifugal pump operation under sediment-laden water flow. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 10, p. 591-601.

KOSEL, Janez, ŠUŠTARŠIČ, Matej, PETKOVŠEK, Martin, ZUPANC, Mojca, SEŽUN, Mija, DULAR, Matevž. Application of (super)cavitation for the recycling of process waters in paper producing industry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2020, vol. 64, p. 1-11.

PANDUR, Žiga, DOGŠA, Iztok, DULAR, Matevž, STOPAR, David. Liposome destruction by hydrodynamic cavitation in comparison to chemical, physical and mechanical treatments. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2020, vol. 61, p. 1-11.

PETKOVŠEK, Martin, HOČEVAR, Matej, GREGORČIČ, Peter. Surface functionalization by nanosecond-laser texturing for controlling hydrodynamic cavitation dynamics. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2020, vol. 67, p. 1-10.

ZEVIK, Jure, DULAR, Matevž. Cavitation bubble interaction with a rigid spherical particle on a microscale. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2020, vol. 69, p. 1-13.

SIMUNIČ, Urh, PIPP, Peter, DULAR, Matevž, STOPAR, David. The limitations of hydrodynamic removal of biofilms from the dead-ends in a model drinking water distribution system. *Water research*, 2020, vol. 178, p. 1-13.

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

CHEN, Jinpeng, BIZJAN, Benjamin, ŠIROK, Brane. Modelling and application of mineral wool production process. Beijing: Science Publishers, 2020.

PROJEKTI

EIP - Uvedba novih mehanskih in avtonomnih avtomatiziranih tehnologij za trajnostno pridelavo grozdja. Marko Hočevar. 23.11.2019 – 22.11.2022

ERDF (Smart Specialization) - NMP - Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov. Marko Hočevar. 01.09.2016 – 30.06.2020

Obzorja 2020 - ERC- CABUM - An investigation of the mechanisms at the interaction between cavitation bubbles and contaminants. Matevž Dular. 01.07.2018 – 30.06.2023

Gorenje d.d. - Development of a fan and independent control of fan and drum of a tumble dryer with heat pump. Marko Hočevar. 1.12.2018 – 31.12.2020

ARRS - Razvoj novih, okolju prijaznih, pristopov za inaktivacijo rastlinskih in humanih virusov v vodah. Matevž Dular. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS - Kavitacija - rešitev za problematiko mikroplastike? Martin Petkovšek. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS - Metoda dekontaminacije aktivnih blat in njihovih produktov za njihovo trajnostno uporabo kot fosfatna gnojila. Matevž Dular. 1.9.2020 - 31.8.2023

ARRS - Obvladovanje marmorirane smrdljivke v Sloveniji. Tone Godeša. 1.11.2020 - 31.10.2023

NAGRADE IN DOSEŽKI

Martin Petkovšek, Jure Zevnik, Benjamin Bizjan in Žiga Pandur so prejeli priznanja Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.

Matevž Dular je postal prejemnik prestižne nagrade »Friedrich Wilhelm Bessel Research Award«.



Laboratorij za energetske delovne stroje in tehnično akustiko **LEDSTA**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Meritve in analize hrupa • Okoljski hrup • Zmanjševanje hrupa • Identifikacija in parametrizacija zvočnih virov • Napovedovanje in modeliranje širjenja hrupa • Uporaba hrupa kot vira informacij • Psihoakustika • Črpalke • Ventilatorji • Kompresorji • Kavitacija

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Jurij Prezelj

ČLANI LABORATORIJA asist. Luka Čurović, asist. dr. Jure Murovec, Tadej Novaković, Zdenka Rupič

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

NOVAKOVIĆ, Tadej, OGRIS, Miha, PREZELJ, Jurij. Validating impeller geometry optimization for sound quality based on psychoacoustics metrics. Applied acoustics, 2020, vol. 157, p. 1-6.

MUROVEC, Jure, ČUROVIĆ, Luka, NOVAKOVIĆ, Tadej, PREZELJ, Jurij. Psychoacoustic approach for cavitation detection in centrifugal pumps. Applied acoustics, 2020, vol. 165, p. 1-11.

NAGRADE IN DOSEŽKI

Tadej Novaković in Jure Murovec sta prejela priznanji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.

04 RAZVOJNA VREDNOTENJA

Izpopolnili bomo algoritem rebmix za oceno mešanih končnih porazdelitev in Dirlikovo metodo za napovedovanje dobe trajanja v frekvenčnem prostoru.

Modelirali bomo napetostno-deformacijska stanja gume in gumenih kompozitov ter njihovo dobo trajanja. Izpopolnili bomo energijsko metodo napovedovanja dobe trajanja termomehansko obremenjenih izdelkov. Raziskovali bomo litij-ionske baterije. Izpopolnili bomo modele dobe trajanja s prelomom v krivulji zdržljivosti. Raziskovali bomo modeliranje dobe trajanja ulitkov z nehomogenostmi ter izdelke s hibridno kovinsko-nekovinsko strukturo.

Izpopolnili bomo napovedovanje obnašanja izdelkov, ki so obremenjeni s kratkotrajnimi in sunkovitimi obremenitvami. Za izdelke iz lesa bomo določili vplive porazdelitve verjetnosti pojava in lokacije nehomogenosti na materialne karakteristike lesa. Raziskali bomo čas nastanka in čas rasti poškodbe pri utrujanju lesenih ter hibridnih in kompozitnih materialov na osnovi lesa.



Laboratorij za strojne elemente **LASEM**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Strojni elementi • Obratovalna trdnost • Razvojna vrednotenja

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Marko Nagode

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Simon Oman, asist. dr. Aleš Gosar, asist. dr. Ivan Okorn, asist. Tadej Kocjan, asist. Branislav Panić, Boris Šrklec, Silva Brenčič, asist. raz. dr. Urša Šolinc

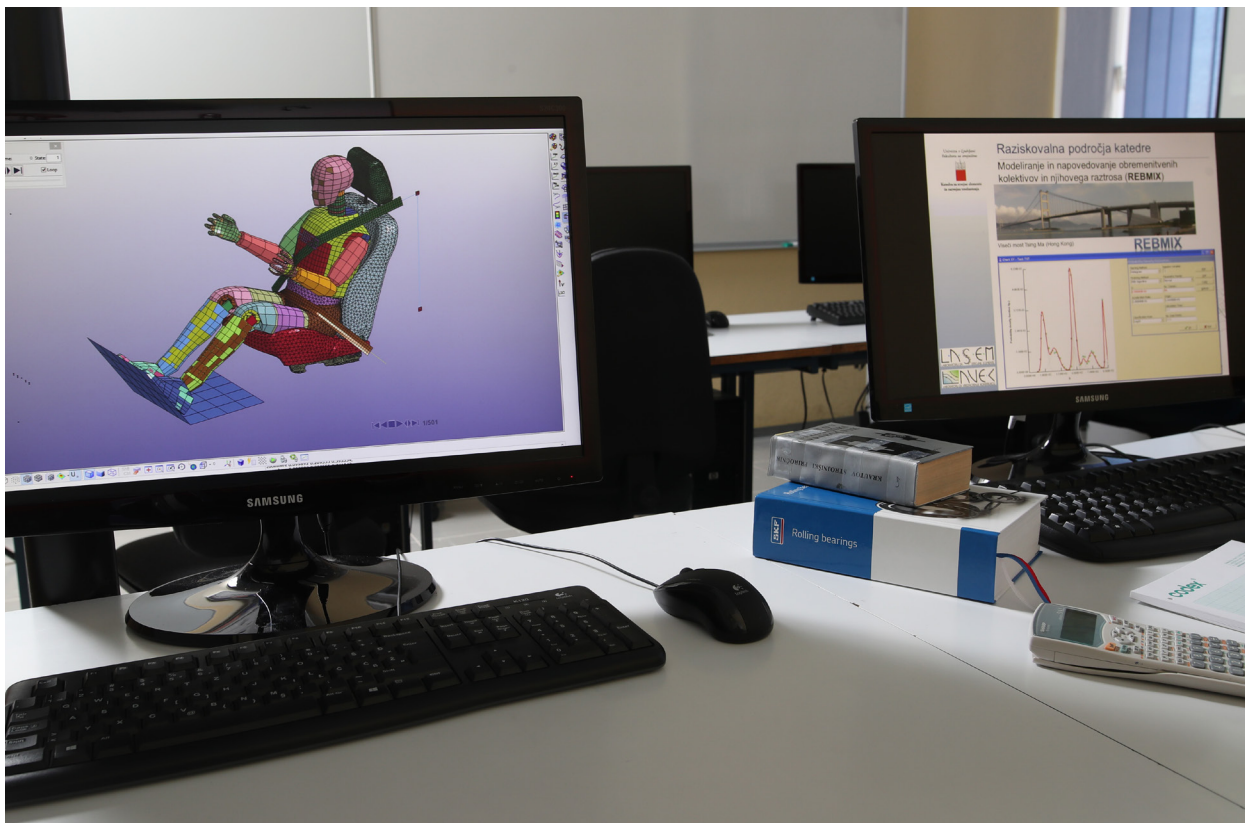
ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

PANIĆ, Branislav, KLEMENC, Jernej, NAGODE, Marko. Improved initialization of the EM algorithm for mixture model parameter estimation. Mathematics, 2020, vol. 8, no. 3, p. 1-29.

PANIĆ, Branislav, KLEMENC, Jernej, NAGODE, Marko. Optimizing the estimation of a histogram-bin width - application to the multivariate mixture-model estimation. Mathematics, 2020, vol. 8, no. 7, p. 1-30.

PANIĆ, Branislav, KLEMENC, Jernej, NAGODE, Marko. Gaussian mixture model based classification revisited: application to the bearing fault classification. Strojniški vestnik, 2020, vol. 66, no. 4, p. 215-226.

ŠOLINC, Urša, KLEMENC, Jernej, NAGODE, Marko, ŠERUGA, Domen. A fast and increment independent technique for continuous calculation of the strain energy dissipated during cyclic loading applied to magnesium alloy AZ31. International journal of fatigue, 2020, vol. 139, p. 1-11.



DOKTORSKA DELA

ŠOLINC, Urša. Utrujanje magnezijevih zlitin za preoblikovanje pri cikličnem obremenjevanju, 2020. Mentor Marko Nagode.

BEŠTER, Tomaž. Vpliv konstrukcijskih parametrov na dobo trajanja zračne vzmeti, 2020. Mentor Marko Nagode.

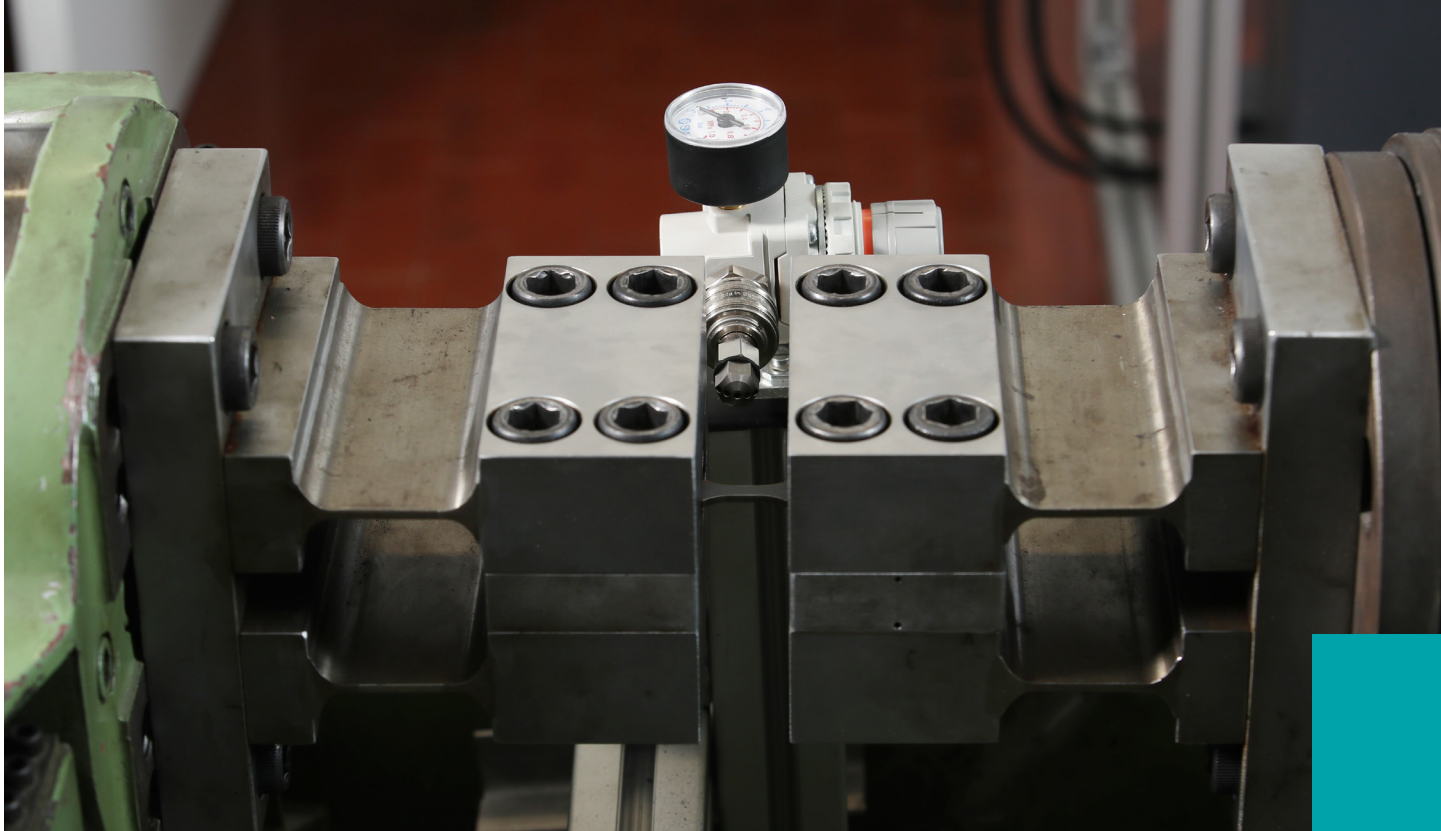
PROJEKTI

Podjetje Texas institute of Science. Variable Displacement Modular Axial Piston Pump – design of gas- and sand-separator module. Marko Nagode. 17.6.2019 - 11.11.2020

Podjetje Texas institute of Science. Variable Displacement Modular Axial Piston Pump – design of pump module. Marko Nagode. 18.12.2019 - 31.12.2021

ARRS -Analiza napak na vozilih ugotovljenih pri postopkih tehničnih pregledov vozil s konvencionalnimi statističnimi metodami in z metodami rudarjenja podatkov. Jernej Klemenc. 1.11.2019 – 31.10.2022

ARRS - Razvoj večnamenskih avksentičnih celičnih struktur. Marko Nagode. 1.5.2017 – 30.4.2020



Laboratorij za vrednotenje konstrukcij **LAVEK**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Razvoj • Vrednotenje • Zanesljivost • Vzdrževalnost • Suportabilnost • Razpoložljivost • Zagotovljivost • Zdržljivost • Napovedovanje

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Jernej Klemenc

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Domen Šeruga, asist. dr. Andrej Škrlec, asist. Dejan Tomažinčič, asist. Peter Zobec, dr. Tomaž Bešter, asist. Jure Kajbič, asist. Aljaž Litrop, Silva Brenčič

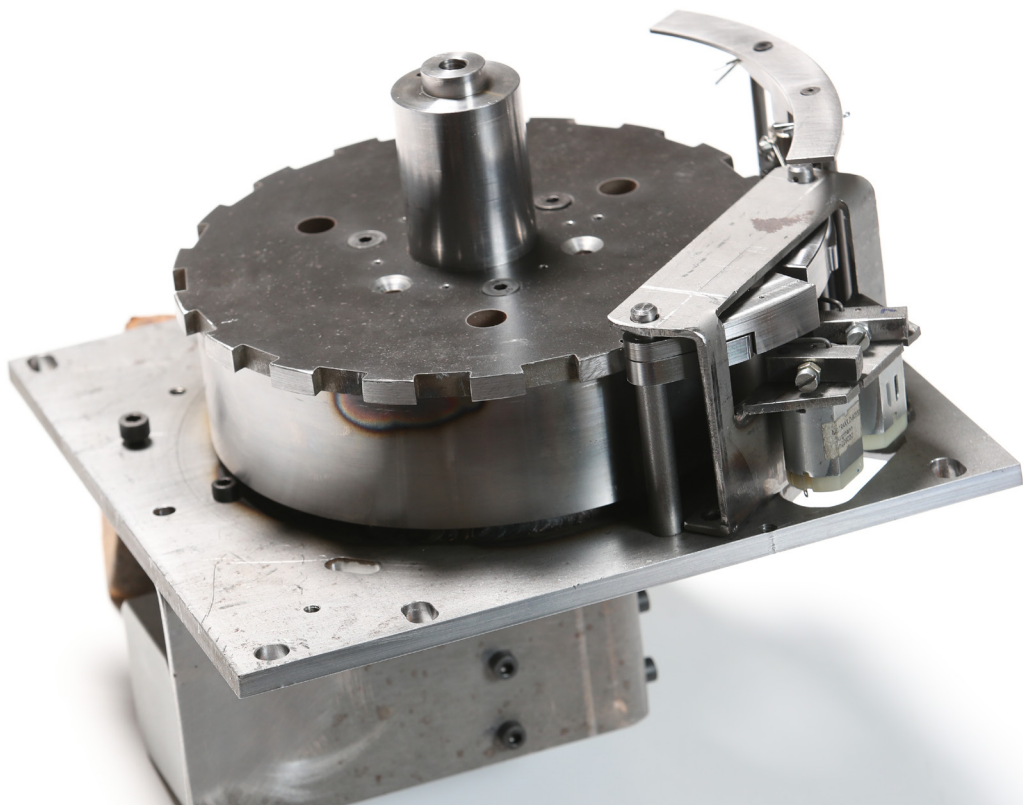
ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ŠERUGA, Domen, KOSMAS, Odysseas, JIVKOV, Andrey P. Geometric modelling of elastic and elastic-plastic solids by separation of deformation energy and Prandtl operators. International journal of solids and structures, 2020, vol. 198, p. 136-148.

NEČEMER, Branko, KLEMENC, Jernej, GLODEŽ, Srečko. The computational LCF-analyses of chiral and Re-entrant auxetic structure using the direct cyclic algorithm. Materials Science & Engineering. A, Structural materials: Properties, Microstructure and Processing, 2020, vol. 789, p. 1-9.

ŠKRLEC, Andrej, KLEMENC, Jernej. Estimating the strain-rate-dependent parameters of the Johnson-Cook material model using optimisation algorithms combined with a response surface. Mathematics, 2020, vol. 8, no. 7, p. 1-18.

TOMAŽINČIČ, Dejan, VESENJAK, Matej, KLEMENC, Jernej. Prediction of static and low-cycle durability of porous cellular structures with positive and negative Poisson's ratios. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 2020, vol. 106, p. 1-13.



GLODEŽ, Srečko, KLEMENC, Jernej, ZUPANIČ, Franc, VESENJAK, Matej. High-cycle fatigue and fracture behaviours of SLM AlSi10Mg alloy. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2020, vol. 30, no. 10, p. 2577-2589.

PATENTI

ŠERUGA, Domen, NAGODE, Marko, MALNARIČ, Vili, KLEMENC, Jernej. Priprava za vpetje ploščatega preizkušanca med izvajanjem cikličnega preizkusa mehanske trdnosti materiala: patent SI 25679 A, 2020-01-31. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

DOKTORSKA DELA

BEŠTER, Tomaž. Vpliv konstrukcijskih parametrov na dobo trajanja zračne vzmeti. Mentor Marko Nagode.

PROJEKTI

Podjetje Texas institute of Science. Variable Displacement Modular Axial Piston Pump – design of gas- and sand-separator module. Jernej Klemenc. 17.6.2019 - 11.11.2020

Podjetje Texas institute of Science. Variable Displacement Modular Axial Piston Pump – design of pump module. Jernej Klemenc. 18.12.2019 - 31.12.2021

ARRS - Analiza napak na vozilih ugotovljenih pri postopkih tehničnih pregledov vozil s konvencionalnimi statističnimi metodami in z metodami rudarjenja podatkov. Jernej Klemenc. 1.11.2019 - 31.10.2022

ARRS - Razvoj večnamenskih avksetičnih celičnih struktur. Jernej Klemenc. 1.5.2017 - 30.4.2020

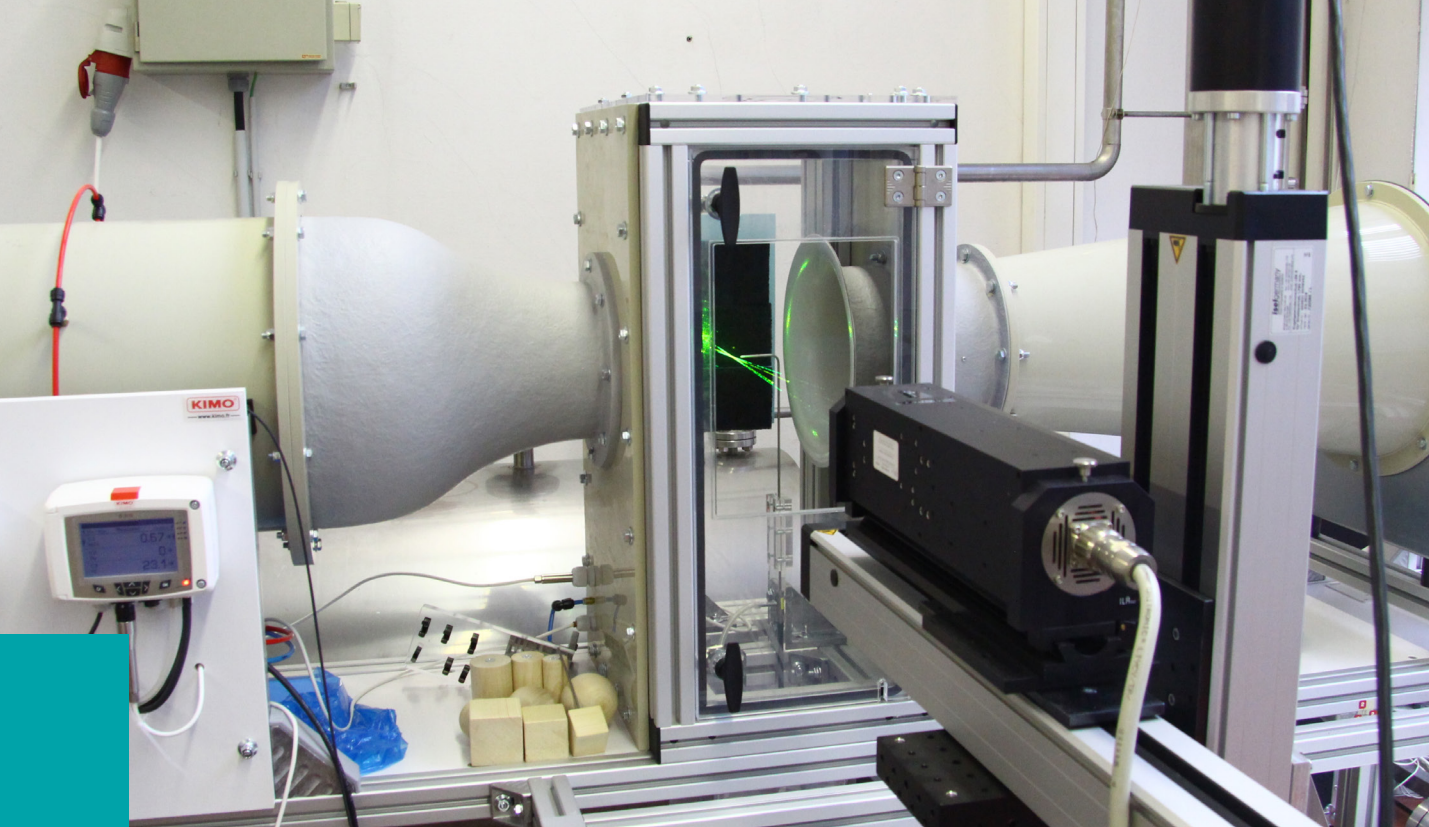
05

PRENOS TOPLOTE IN SNOVI

Izvajamo raziskave in razvoj sistemov za energetske oskrbo in rabo energije za ogrevanje, hlajenje in klimatizacijo ter procesno tehniko s poudarkom na izrabi obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije.

Posvečamo se naprednim mehanizmom prenosa in transporta toplote, kjer izvajamo tudi raziskave vrenja v mikrostrukturah. Ukvarjamo se z eksergoekonomsko optimizacijo celotne verige energetske oskrbe. Raziskujemo in razvijamo magnetokalorične in elektrokalorične alternativne tehnologije hlajenja za realne aplikacije konvencionalnih hladilnikov z vključevanjem toplotnih diod in stikal.

Posvečamo se raziskavam toplotnega odziva mest z naravnimi gradniki in z integracijo v ovoj stavbe. Proučujemo vplive hladilnih obremenitev stavbe na rabo električne energije in na toplotno ugodje v stavbah z vključevanjem shranjevalnikov energije. Rezultate raziskav preverjamo z meritvami v laboratorijih in na realnih sistemih, za kar razvijamo inovativne merilne metode in merilnike.



Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu LMPS

RAZISKOVALNA PODROČJA

Meroslovje • Merjenje temperature, tlaka in pretoka tekočin
• Razvoj merilne opreme in merilnih metod • Umerjanje

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Jože Kutin

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Gregor Bobovnik, doc. dr. Prof. Andrej Svete, Marjan Pohl, Peter Sambol, razv. Francisco Javier Hernandez Castro, asist. Primož Žibret, Zdenka Rupič, Katja Tajč

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

BOBOVNIK, Gregor, KUTIN, Jože. Correlation of the leakage flow rate with pressure changes in a clearance-sealed piston prover. Flow measurement and instrumentation, 2020, vol. 74, p. 1-7.

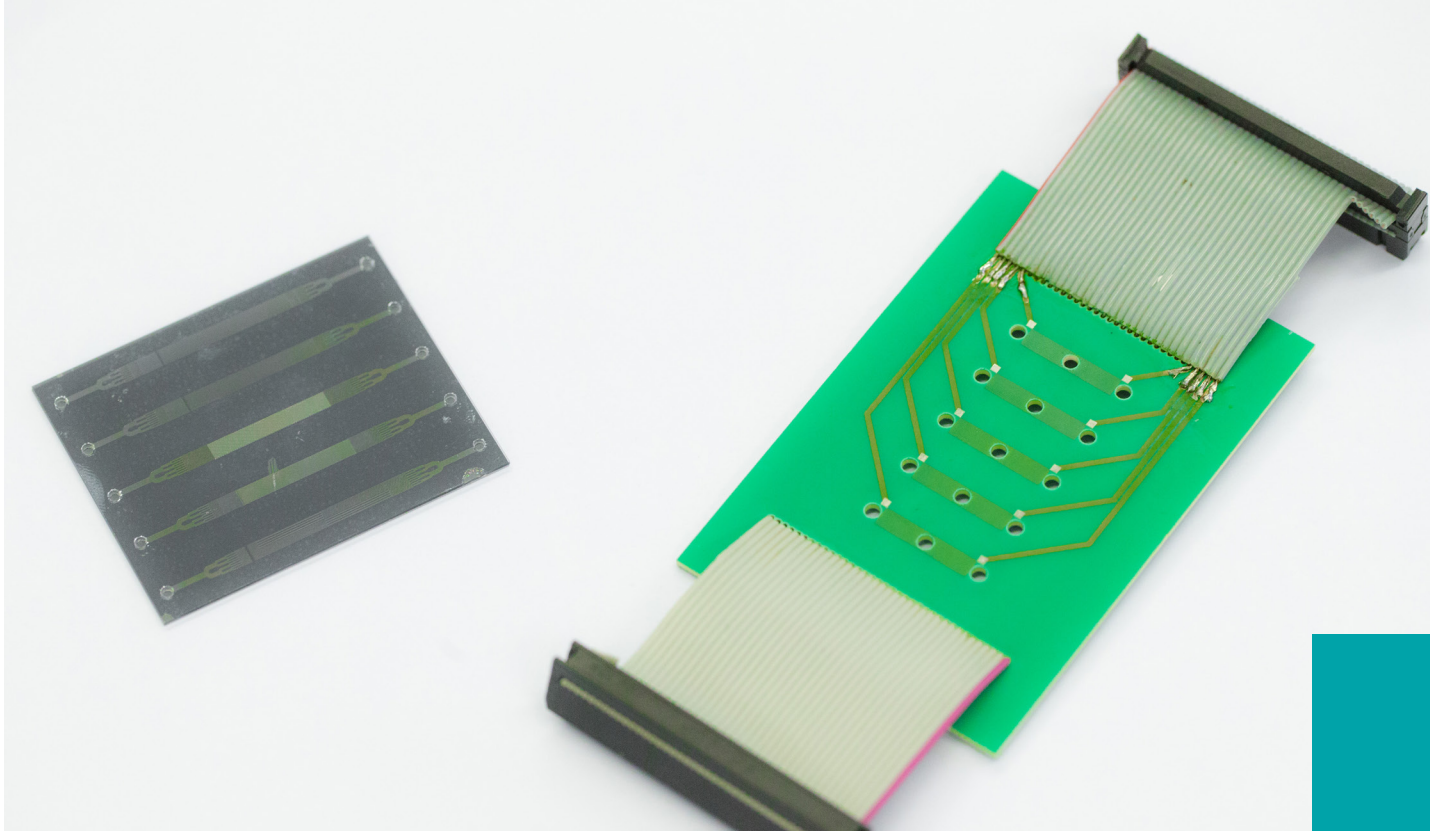
SVETE, Andrej, KUTIN, Jože. Experimental validation of an improved mathematical model for pneumatic pressure measurement systems with connecting tubes. Measurement science & technology, 2020, vol. 31, no. 1, p. 1-10.

SVETE, Andrej, KUTIN, Jože. Characterization of a newly developed diaphragmless shock tube for the primary dynamic calibration of pressure meters. Metrologia, 2020, vol. 57, no. 5, p. 1-12.

BOBOVNIK, Gregor, ARHAR, Klara, KUTIN, Jože. Validacija merilnega sistema za merjenje pretoka plina z laminarnim tokovnim elementom. Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2020, vol. 26, no. 1, p. 32-37.

NAGRADE IN DOSEŽKI

Laboratorij LMPS je prejemnik posebnega priznanja Gospodarske zbornice Slovenije za izjemno razvojno in inovacijsko sodelovanje z gospodarstvom, znanostjo in zdravstvom pri razvoju prototipa slovenskega respiratorja kot član ekipe FEspirator.



Laboratorij za toplotno tehniko **LTT**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Prenos toplote in snovi • Toplotno inženirstvo • Uporabna termodinamika • Procesna tehnika • Biotehnologija • Okoljevarstvene tehnologije

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Iztok Golobič

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Matevž Zupančič, asist. dr. Anže Sitar, asist. dr. Ivan Sedmak, asist. dr. Matic Može, asist. Jure Berce, asist. Mattia Bucci, Armin Hadžić, Zdenka Rupič

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

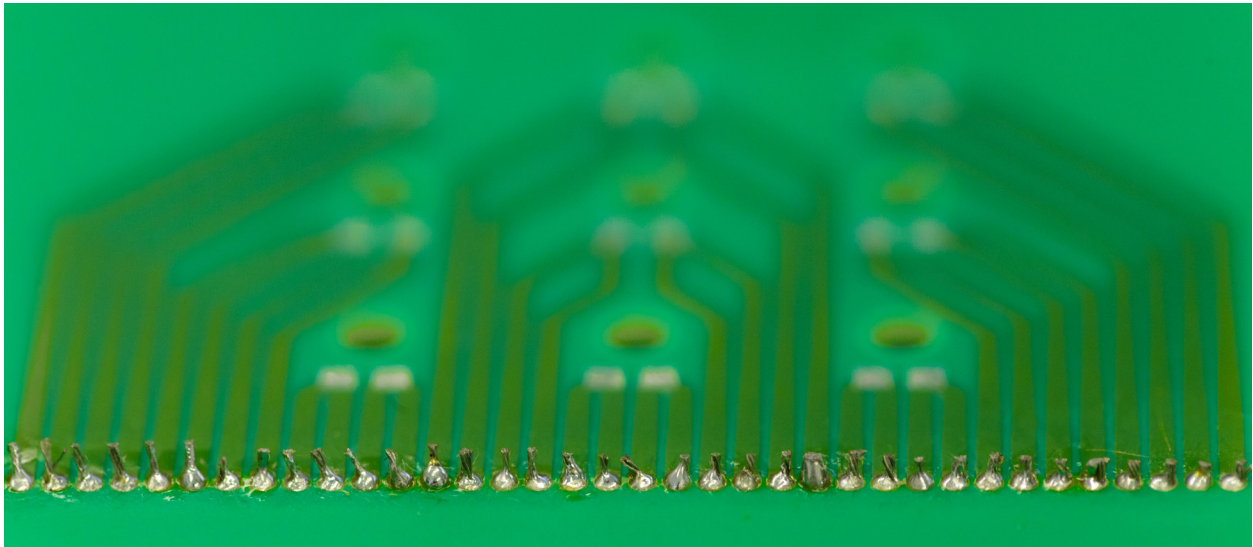
MOŽE, Matic, SENEGAČNIK, Matej, GREGORČIČ, Peter, HOČEVAR, Matej, ZUPANČIČ, Matevž, GOLOBIČ, Iztok. Laser-engineered microcavity surfaces with a nanoscale superhydrophobic coating for extreme boiling performance. ACS applied materials & interfaces, 2020, vol. 12, no. 21, p. 24419-24431.

MOŽE, Matic, ZUPANČIČ, Matevž, GOLOBIČ, Iztok. Investigation of the scatter in reported pool boiling CHF measurements including analysis of heat flux and measurement uncertainty evaluation methodology. Applied thermal engineering, 2020, vol. 169, p. 1-18.

MOŽE, Matic, NEMANIČ, Aljaž, POREDOŠ, Primož. Experimental and numerical heat transfer analysis of heat-pipe-based CPU coolers and performance optimization methodology. Applied thermal engineering, 2020, vol. 179, p. 1-14.

MOŽE, Matic. Effect of boiling-induced aging on pool boiling heat transfer performance of untreated and laser-textured copper surfaces. Applied thermal engineering, 2020, vol. 181, p. 1-14.

RAMŠAK, Matjaž, ZADRAVEC, Matej, RAVNIK, Jure, ILJAŽ, Jurij, AVANZO, M., KOČEVAR, K.,



IRMAN, Špela, CEGNAR, Mateja, GOLOBIČ, Iztok, SITAR, Anže, HRIBERŠEK, Matjaž. Numerical and experimental modeling of lyophilization of lactose and mannitol water solutions in vials. Computational thermal sciences, 2020, vol. 12, no. 5, p. 401-415.

SITAR, Anže, MOŽE, Matic, CRIVELLARI, Michele, SCHILLE, Jörg, GOLOBIČ, Iztok. Nucleate pool boiling heat transfer on etched and laser structured silicon surfaces. International journal of heat and mass transfer, 2020, vol. 147, p. 1-12.

FERJANČIČ, Klemen, MOŽE, Matic, KRIŽAN, Peter, BOBIČ, Miha, GOLOBIČ, Iztok. Subcooled critical heat flux on laser-textured stainless-steel ribbon heaters in pool boiling of FC-72. International journal of heat and mass transfer, 2020, vol. 159, p. 1-16.

MOŽE, Matic, ZUPANČIČ, Matevž, GOLOBIČ, Iztok. Pattern geometry optimization on superbiphilic aluminum surfaces for enhanced pool boiling heat transfer. International journal of heat and mass transfer, 2020, vol. 161, p. 1-13.

BOBIČ, Miha, GJEREK, Bojan, GOLOBIČ, Iztok, BAJSIČ, Ivan. Dynamic behaviour of a plate heat exchanger: Influence of temperature disturbances and flow configurations. International journal of heat and mass transfer, 2020, vol. 163, p. 1-13.

ZAKŠEK, Peter, ZUPANČIČ, Matevž, GREGORČIČ, Peter, GOLOBIČ, Iztok. Investigation of nucleate pool boiling of saturated pure liquids and ethanol-water mixtures on smooth and laser-textured surfaces. Nanoscale and microscale thermophysical engineering, 2020, vol. 24, no. 1, p. 29-42.

PROJEKTI

Podjetje Danfoss Trata. Development of smart heating station components for the DOM 24H project. Iztok Golobič. 4.12.2020-4.2.2022

Podjetje Plinovodi. Preparation of a study on the impact of renewable gases, including hydrogen, on the materials and elements of the transmission piping system. Iztok Golobič. 11.8.2020 - 31.12.2021

ARRS - Lasersko mikro in nanostrukturiranje za razvoj biomimetičnih kovinskih površin z edinstvenimi lastnostmi (LaMiNaS). Peter Gregorčič. 1.7.2019 - 30.6.2022

ARRS - Izboljšan prenos toplote pri vrenju z uporabo hierarhičnih funkcionaliziranih površin (eHEATs). Matevž Zupančič. 1.9.2020 - 31.8.2023



Laboratorij za hlajenje in daljinsko energetiko **LAHDE**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Prenos toplote in snovi • Hlajenje • Kalorična pretvorba energije
• Toplotne črpalke • Toplotni kontrolni elementi • Daljinska energetika

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Andrej Kitanovski

ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Jure Mencinger, doc. dr. Jaka Tušek, asist. raz. dr. Dall'Olio Stefano, asist. dr. Primož Poredoš, asist. dr. Urban Tomc, asist. dr. Boris Vidrih, asist. dr. Uroš Plaznik, asist. raz. dr. Parham Kabirifar, asist. Žiga Ahčin, asist. Katja Klinar, asist. Luka Lorbek, viš. razv. Nada Petelin, asist. Luka Porenta, mag. Miha Bobič, Simon Bogič, Jan Cerar, Simon Nosan, asist. Katja Vozel, Anja Kuhelj, Darja Jeločnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

KITANOVSKI, Andrej. Energy applications of magnetocaloric materials. Advanced energy materials, 2020, vol. 10, no. 10, p. 1-34.

PORENTA, Luka, KABIRIFAR, Parham, ŽEROVNIK, Andrej, ČEBRON, Matjaž, ŽUŽEK, Borut, DOLENEC, Matej, BROJAN, Miha, TUŠEK, Jaka. Thin-walled Ni-Ti tubes under compression: ideal candidates for efficient and fatigue-resistant elastocaloric cooling. Applied materials today, 2020, vol. 20, p. 1-9.

POREDOŠ, Primož, TOMC, Urban, PETELIN, Nada, VIDRIH, Boris, FLISAR, Uroš, KITANOVSKI, Andrej. Numerical and experimental investigation of the energy and exergy performance of solar thermal, photovoltaic and photovoltaic-thermal modules based on roll-bond heat exchangers. Energy conversion and management, 2020, vol. 210, p. 1-21.

KALIZAN, Jan, TUŠEK, Jaka. Caloric Micro-Cooling: numerical modelling and parametric investigation. Energy conversion and management, 2020, vol. 225, p. 1-11.

LORBEEK, Luka, KUHELJ, Anja, DULAR, Matevž, KITANOVSKI, Andrej. Two-phase flow patterns in adiabatic refrigerant flow through capillary tubes. *International journal of refrigeration*, 2020, vol. 115, p. 107-116.

KLINAR, Katja, MUÑOZ ROJO, Miguel, KUTNJAK, Zdravko, KITANOVSKI, Andrej. Toward a solid-state thermal diode for room-temperature magnetocaloric energy conversion. *Journal of applied physics*, 2020, vol. 127, no. 23, p. 1-10.

DEL DUCA, Manuel Gesù, TUŠEK, Jaka, MAIORINO, Angelo, FULANOVIĆ, Lovro, BRADEŠKO, Andraž, PLAZNIK, Uroš, MALIČ, Barbara, APREA, Ciro, KITANOVSKI, Andrej. Comprehensive evaluation of electrocaloric effect and fatigue behavior in the 0.9Pb (Mg₁/3Nb₂/3) O₃-0.1PbTiO₃ bulk relaxor ferroelectric ceramic. *Journal of applied physics*, 2020, vol. 128, no. 10, p. 1-9.

NATAF, Guillaume F., ROMANINI, Michela, VIVES, Eduard, ŽUŽEK, Borut, PLANES, Antoni, TUŠEK, Jaka, MOYA, Xavier. Suppression of acoustic emission during superelastic tensile cycling of polycrystalline Ni 50.4 Ti 49.6. *Physical review materials*, 2020, vol. 4, no. 9, p. 1-9.

NAVICKAITE, Kristina, PENZEL, Michael, BAHL, Christian Robert Haffenden, ENGELBRECHT, Kurt, TUŠEK, Jaka, MARTIN, André, ZINECKER, Mike, SCHUBERT, Andreas. CFD-simulation assisted design of elastocaloric regenerator geometry. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 21, p. 1-16.

PATENTI

ŽEROVNIK, Andrej, TUŠEK, Jaka. Hybrid thermal apparatus = Hybride thermische Vorrichtung = Appareil thermique hybride: European patent specification EP 3 542 108 B1, 2020-11-04. Munich: European Patent Office, 2020.

KITANOVSKI, Andrej, TOMC, Urban, KLINAR, Katja, VALENTINČIČ, Joško, MAJDIČ, Franc, SABOTIN, Izidor, MENCINGER, Jure. Metoda prenosa toplote v združenju strukturi toplotnega regenerators in izvedba toplotnega regenerators: patent SI 25712 A, 2020-03-31. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

PROJEKTI

Gorenje d.d. - Development of methods for self-adaptive control and management of heat flows in household appliances. Andrej Kitanovski. 1.3.2019 – 31.7.2020

Gorenje d.d. - Development of thermal processes in household appliances. Andrej Kitanovski. 22.2.2017-21.2.2020

Gorenje d.d. - Development of thermal processes in household appliances. Andrej Kitanovski. 23.2.2020-21.2.2022

Obzorje 2020 - ERC SUPERCOOL - Superelastic Porous Structures for Efficient Elastocaloric Cooling. Jaka Tušek. 01.01.2019 – 31.12.2023

KPMG – Reseach – Andrej Kitanovski. 26.2.2020

ARRS – Multikalorično hlajenje. Andrej Kitanovski. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS – Digitalna mikrofluidika v magnetokaloričnem hlajenju. Urban Tomc. 1.7.2018 – 30.6.2020

ARRS – Elektrokalorični elementi za aktivno hlajenje elektronskih vezij. Kitanovski Andrej. 1.7.2019 - 30.6.2022

ARRS – MagBoost: Magnetokalorična podpora mikro-toplotna črpalka za sistem daljinskega ogrevanja. Andrej Kitanovski. 1.9.2020 - 31.8.2023

NAGRADE IN DOSEŽKI

Katja Klinar in Luka Porenta sta prejela priznanji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.



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

RAZISKOVALNA PODROČJA

Prenos toplote in snovi v stavbah in stavbnih napravah • Notranje okolje
• Prezračevanje • Klimatizacija • Učinkovita raba energije • Zaščita okolja (zrak) • Sanitarno inženirstvo • Alternativni sistemi • Modeliranje

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Uroš Stritih

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Matjaž Prek, dr. Eneja Osterman, asist. Rok Koželj, asist. Žiga Lampret, asist. dr. Eva Zavrl, Darja Jeločnik

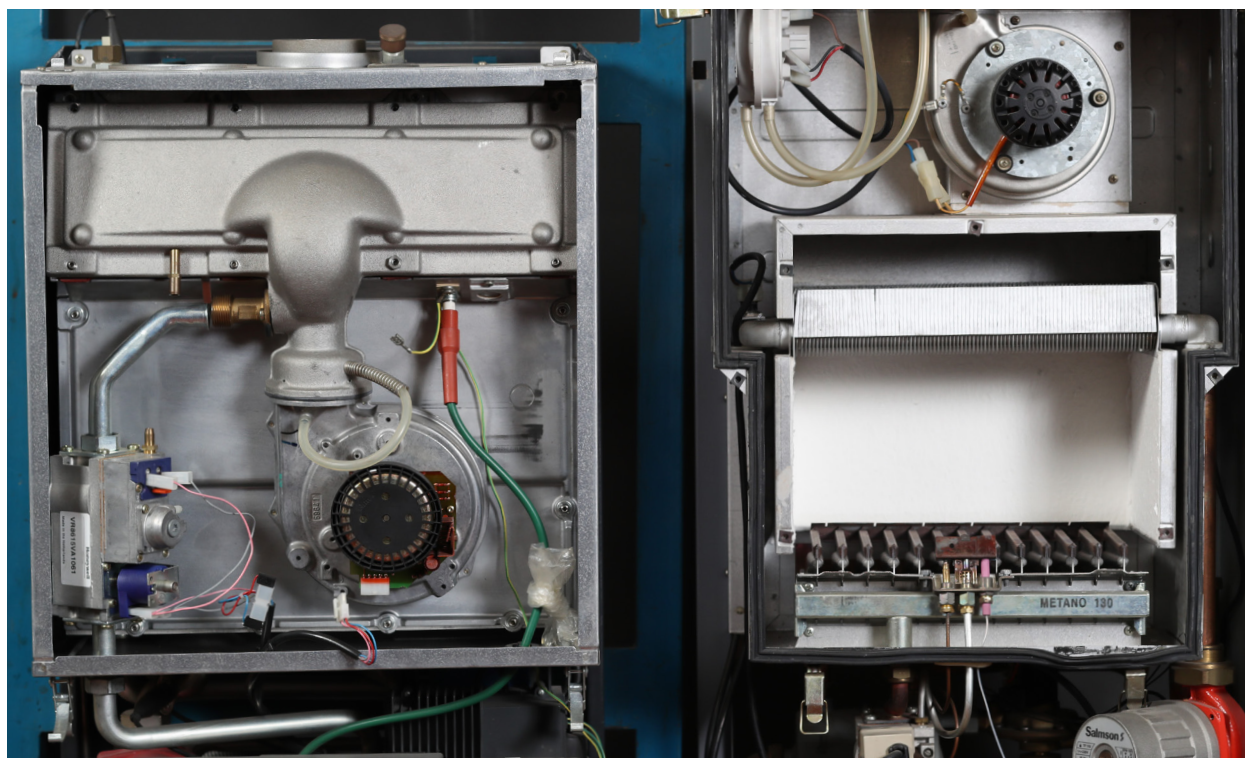
ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ZAVRL, Eva, ZUPANC, Gašper, STRITIH, Uroš, DOVJAK, Mateja. Overheating reduction in lightweight framed buildings with application of phase change materials. *Strojniški vestnik*. 2020, vol. 66, no. 1, p. 3-14.

DOBEIC, Martin, BUTALA, Vincenc, PREK, Matjaž, LESKOVŠEK, Jan, ŠVEGELJ, Žiga. Fundamentals of odour assessment in Slovenia. *Strojniški vestnik*. 2020, vol. 66, no. 11, p. 642-654.

LAAROUSSI, Yousra, BAHRAR, Myriam, ZAVRL, Eva, EL MANKIBI, Mohamed, STRITIH, Uroš. New qualitative approach based on data analysis of European building stock and retrofit market. *Sustainable cities and society*. 2020, vol. 63, p. 1-23.

PROJEKTI



Obzorje 2020 - HEART - Holistic Energy and Architectural Retrofit Toolkit. Uroš Stritih.
01.10.2017 - 30.09.2021

KPMG - Raziskava - Uroš Stritih. 26.2.2020



Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah **LOTZ**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Tehniške vede • Energetika • Obnovljivi viri in tehnologije

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Sašo Medved

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Ciril Arkar, asist. mag. Suzana Domjan, asist. Tej Žižak, Darja Jeločnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ARKAR, Ciril, ŽIŽAK, Tej, DOMJAN, Suzana, MEDVED, Sašo. Dynamic parametric models for the holistic evaluation of semi-transparent photovoltaic/thermal façade with latent storage inserts. *Applied energy*, 2020, vol. 280, p. 1-16.

DOMJAN, Suzana, PETEK, Lenart, ARKAR, Ciril, MEDVED, Sašo. Experimental study on energy efficiency of multi-functional BIPV glazed façade structure during heating season. *Energies*, 2020, vol. 13, no. 11, p. 1-19.

PROJEKTI

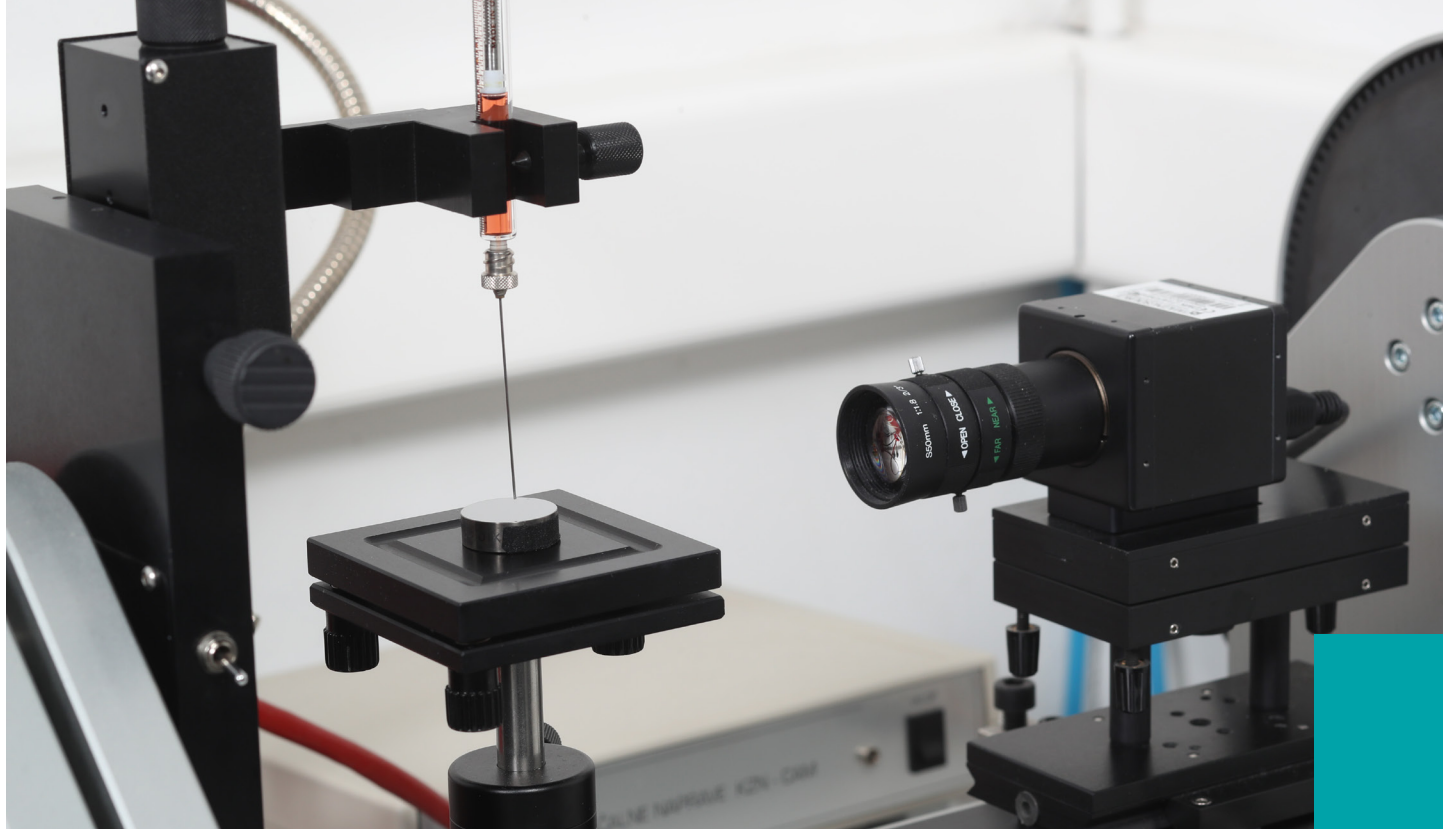
ARRS – Razvoj modela za napovedovanje izpostavljenosti onesnaževalom v notranjem zraku v šolah in priprava z dokazi podprtih ukrepov za načrtovanje učinkovitega naravnega prezračevanja učilnic. Sašo Medved. 1.11.2019 – 31.10.2021

06 TRIBOLOGIJA

Programska skupina Tribologija je interdisciplinarno sestavljena, v katero je vključenih 15-20 članov različnih strok: strojništva, fizike, kemije, materialov in nanotehnologij.

Skupina razvija energetske učinkovito, trajnostno usmerjeno in hkrati okolju prijaznejše »zeleno« delovanje mehanskih sistemov. Povezovanje razumevanja triboloških in površinskih procesov od nano do makro skale s ciljem reševanja industrijskih problemov je temeljni cilj skupine. Osrednja tesno povezana področja dela so: kontaktni inženiring in mehanika površin, obrabno odporni mehanski sistemi, zaščitne površinske prevleke, mazanje in površinski filmi, nanotribologija, omočljivost in adhezijski procesi ter snovanje pogonsko-krmilnih hidravličnih komponent.

Skupina se intenzivno ukvarja še s topografijo in modeli realne kontaktne površine, napredno tribologijo polimernih, električnih in mehatronskih kontaktov, tribologijo pri proizvodnih procesih in avtomobilnih aplikacijah ter z vodno hidravliko.



Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo **TINT**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Obraba • Mazanje • Trenje • Kontaktni in površinski inženiring •
Nanotribologija • Površinska nanotehnologija • Vzdrževanje

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Mitjan Kalin

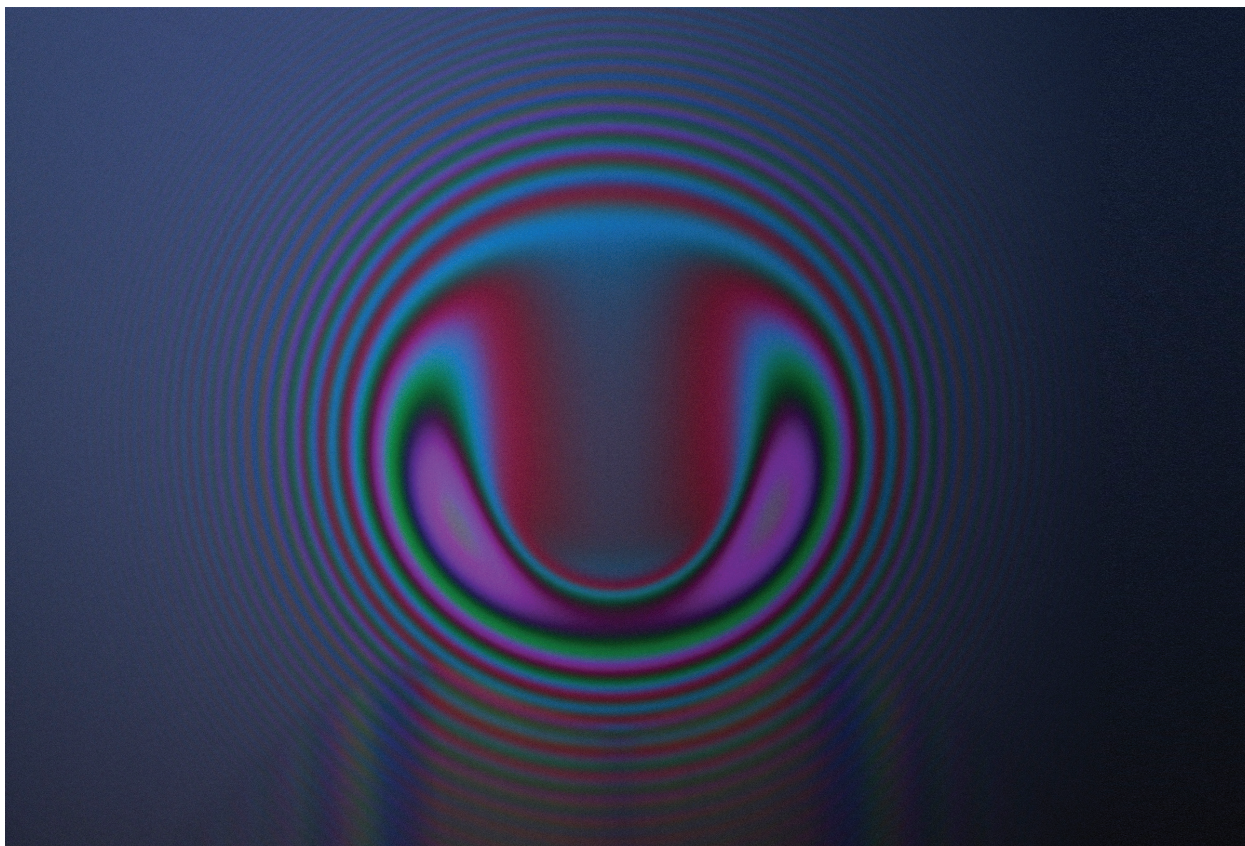
ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Marko Polajnar, doc. dr. Janez Kogovšek, dr. Boris Kržan, dr. Akbari Somayeh, asist. dr. Arshad Muhammad Shahid, asist. dr. Blaž Brodnik Žugelj, asist. dr. Lucija Čoga, asist. dr. Jure Jerina, dr. Marko Soderžnik, asist. Urban Klanjšček, asist. raz. Sebastjan Matkovič, asist. Hamouda Karim, asist. Siddiqui Muhammad Shoaib Naseem, Franc Kopač, asist. raz. Petra Jan, Prashant Gangwani, Pedro Martins Ferreira, Irfan Nadeem, Jožica Sterle

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

KUS, Maja, KALIN, Mitjan. Additive chemical structure and its effect on the wetting behaviour of oil at 100°C. Applied Surface Science, 2020, vol. 506, p. 1-11.

MARCINAUSKAS, Liutauras, MATHEW, Jacob Shiby, MILIEŠKA, Mindaugas, AIKAS, Mindaugas, KALIN, Mitjan. Effect of graphite concentration on the tribological performance of alumina coatings. Journal of alloys and compounds, 2020, vol. 827, p. 1-8.

KORENT, Matic, KOMELJ, Matej, ŠTURM, Sašo, ŽUŽEK ROŽMAN, Kristina, KOBE, Spomenka, ŽAGAR, Kristina, SODERŽNIK, Marko. Magnetic properties and microstructure evolution of hot-deformed Nd-Fe-B magnets produced by low-pressure spark-plasma sintering. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2020, vol. 515, p. 1-13.



TORRES, Hector, ROJACZ, Harald, ČOGA, Lucija, KALIN, Mitjan, RODRÍGUEZ RIPOLL, Manel. Local mechanical and frictional properties of Ag/MoS₂-doped self-lubricating Ni-based laser claddings and resulting high temperature vacuum performance. *Materials & design*, 2020, vol. 186, p. 1-13.

SODERŽNIK, Marko, AMBROŽIČ, Bojan, ŽAGAR, Kristina, KORENT, Matic. Limits of grain boundary engineering in nanocrystalline Nd-Fe-B melt-spun ribbons. *Materials letters*, 2020, vol. 264, p. 1-3.

BRODNIK ŽUGELJ, Blaž, KALIN, Mitjan. Submicron-scale experimental analyses of the multi-asperity contact behaviour of various steels, an aluminium alloy and a polymer. *Tribology international*, 2020, vol. 141, p. 1-8.

ARSHAD, Muhammad Shahid, KOVAČ, Janez, CRUZ, Sandra, KALIN, Mitjan. Physicochemical and tribological characterizations of WDLC coatings and ionic-liquid lubricant additives: potential candidates for low friction under boundary-lubrication conditions. *Tribology international*, 2020, vol. 151, p. 1-10.

PATENTI

MCGUINNESS, Paul J., SODERŽNIK, Marko, ŽAGAR, Kristina, KOCJAN, Andraž, KOBE, Spomenka. Method of manufacturing fully dense Nd-Fe-B magnets with enhanced coercivity and gradient microstructure = Verfahren zur Herstellung von völlig dichten Nd-Fe-B-Magneten mit erhöhter Koerzitivität und Gradient-Mikrostruktur = Procédé de fabrication d'aimants Nd-Fe-B totalement denses à microstructure à gradient et coercivité améliorée: European patent specification EP 2 869 311 B1, 2020-06-24. Munich: European Patent Office, 2020.

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

BASU, Bikramjit, KALIN, Mitjan, KUMAR, B. V. Manoj. Friction and wear of ceramics: principles and case studies. Hoboken (N.J.): The American Ceramic Society: J. Wiley & Sons, cop. 2020.

PROJEKTI

COMET – Competence Centers for Excellent Technologies - XTribology Excellence Center of Tribology. Mitjan Kalin. 01.04.2015 – 31.03.2020

Erasmus + (Erasmus Mundus) - TRIBOS+ - Joint European Master on Tribology of Surfaces and Interfaces. Mitjan Kalin. 01.09.2018 – 31.08.2024

Obzorje 2020 – GreenTRIBOS. Mitjan Kalin. 01.01.2020 - 31.12.2023

M-era.Net – GreenCOAT - Green high-performance and low-friction interfaces tailored by the reactivity of novel DLC coatings and ionic liquids. Mitjan Kalin. 01.08.2017 – 31.07.2020

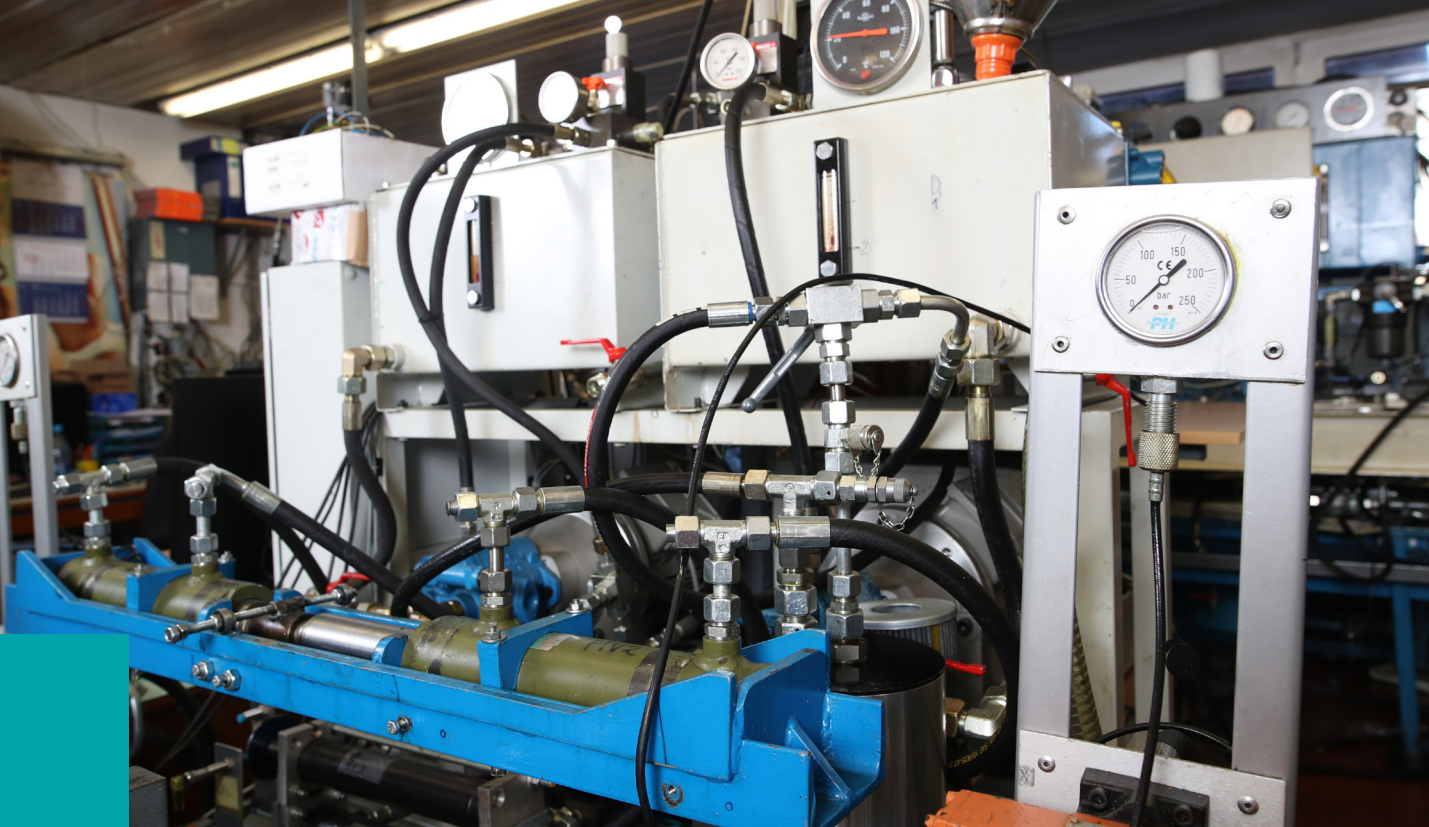
ARRS – Okolju prijazna zelena tehnologija mazanja na osnovi nano-inženiringa za trajnostno visokozmogljivo štancanje. Mitjan Kalin. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS – Nova zasnova EHD kontaktov z upoštevanjem pojavov na stiku trdno-tekoče. 1.7.2019 – 30.6.2021

ARRS – Konstruiranje triboloških površin z naprednimi kovinskimi dodatnimi tehnologijami - TriboADAM. Mitjan Kalin. 1.9.2020 - 31.8.2023

NAGRADE IN DOSEŽKI

Mitjan Kalin je postal kongresni ambasador Slovenije 2020.



Laboratorij za fluidno tehniko **LFT**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Fluidna tehnika • Oljna in vodna hidravlika • Numerične simulacije
• Hidravlične sestavine in sistemi • Krmiljenje • Razvoj sestavin in sistemov • Trajnostni testi • Diagnostika v hidravliki

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Franc Majdič

ČLANI LABORATORIJA asist. Ervin Strmčnik, Rok Jelovčan, razv. Nejc Novak, Jožica Sterle

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

MAJDIČ, Franc, PEZDIRNIK, Jože. Notranje puščanje hidravličnih sestavin - fizikalne osnove. Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2020, vol. 26, no. 5, p. 350-356.

DOKTORSKA DELA

STRMČNIK, Ervin. Vplivni parametri na delovanje orbitalnega hidravličnega motorja na vodo. 2020. Mentor Franc Majdič.

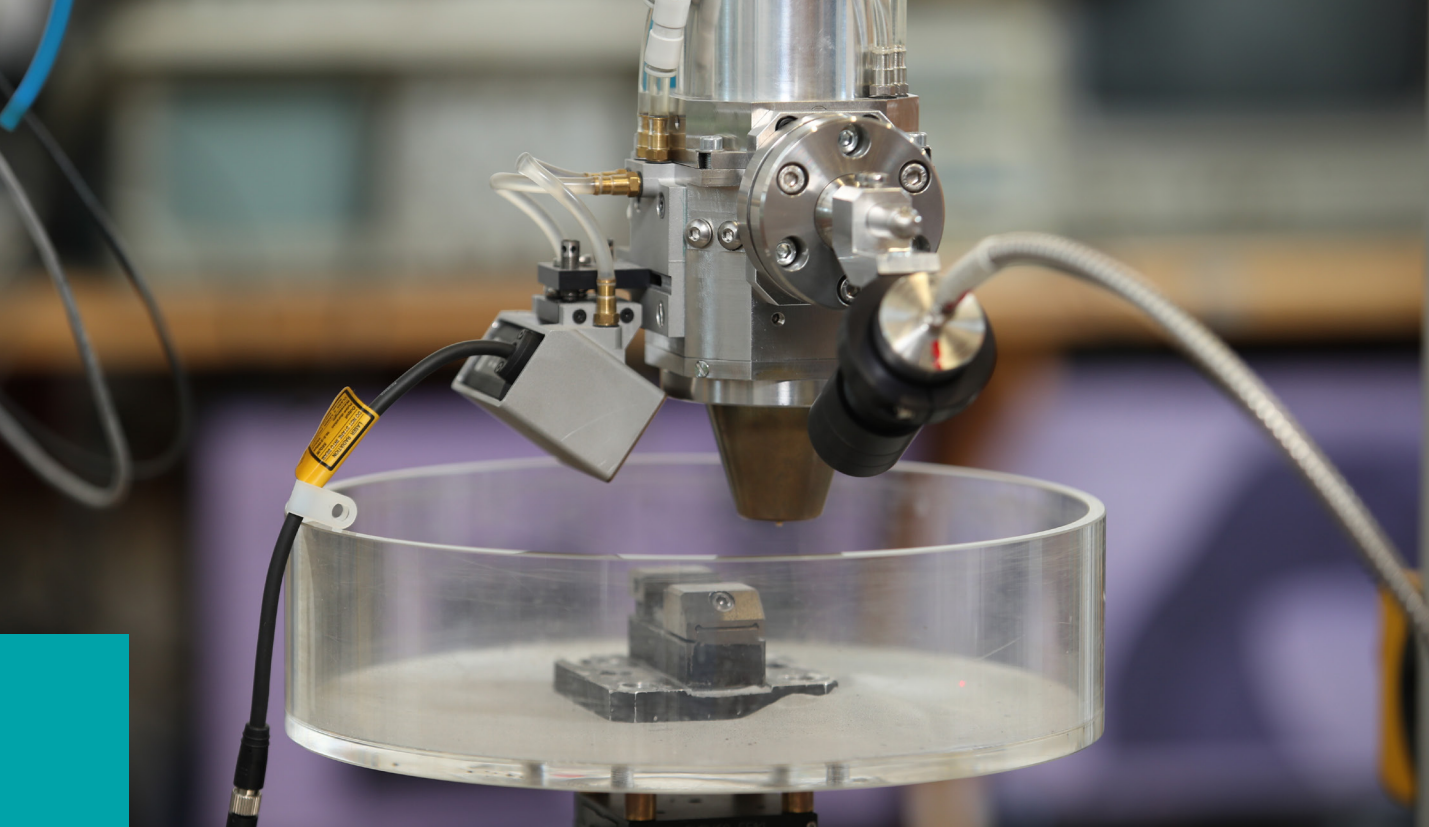
PATENTI

KITANOVSKI, Andrej, TOMC, Urban, KLINAR, Katja, VALENTINČIČ, Joško, MAJDIČ, Franc, SABOTIN, Izidor, MENCINGER, Jure. Metoda prenosa toplote v združeni strukturi toplotnega regeneratorsa in izvedba toplotnega regeneratorsa: patent SI 25712 A, 2020-03-31. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

07 SINERGETIKA KOMPLEKSNIH SISTEMOV IN PROCESOV

Razvoj novih in optimizacija obstoječih tehnologij, sistemov in procesov s kompleksnimi in časovno spremenljivimi lastnostmi zahteva razumevanje vzajemnih nelinearnih interakcij, ki pogosto lahko vodijo do nestabilnosti in celo kaotičnosti, kar se odraža v zašumljeni časovno-prostorski strukturiranosti.

Osnovni cilj programa so doprinos na področju opisa in razumevanja kompleksnosti tehnoloških sistemov in procesov. Raziskovalne metode temeljijo na sinergetski obravnavi kompleksnih sistemov, ki vključuje uporabo naprednih metod verjetnosti in statistike, teorije in informacije, kaotične dinamike, mehkega računanja, podatkovnega rudarjenja, adaptivnega empiričnega modeliranja, strojnega učenja, metod optimiranja in prediktivnega vodenja. V okviru programa potekajo raziskave na področju aditivnih tehnologij s pomočjo laserske direktne depozicije snovi, na področju adaptivnih informacijskih sistemov za avtomatsko spremljanje, optimizacijo in krmiljenje kompleksnih tehnoloških sistemov in procesov ter na področju nedestruktivne diagnostike obremenjenih materialov in izdelkov.



Laboratorij za sinergetiko **LASIN**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Sinergetika • Tehnološko usmerjena fizika • Dodatne tehnologije
• Direktna laserska depozicija • Modeliranje in diagnostika tehniških procesov • Optimizacija in prediktivno vodenje procesov

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Edvard Govekar

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Primož Potočnik, asist. dr. Andrej Jeromen, Matjaž Kotar, asist. Jaka Peternel, asist. raz. Ana Vidergar, Jaka Simončič, Marta Ilešič / Teja Pirnat

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

VENKATESH, Ragunanth, VOLOSHIN, Arkady S., EMRI, Igor, BROJAN, Miha, GOVEKAR, Edvard. Digital image correlation based internal friction characterization in granular materials. Experimental mechanics, 2020, vol. 60, p. 481-492.

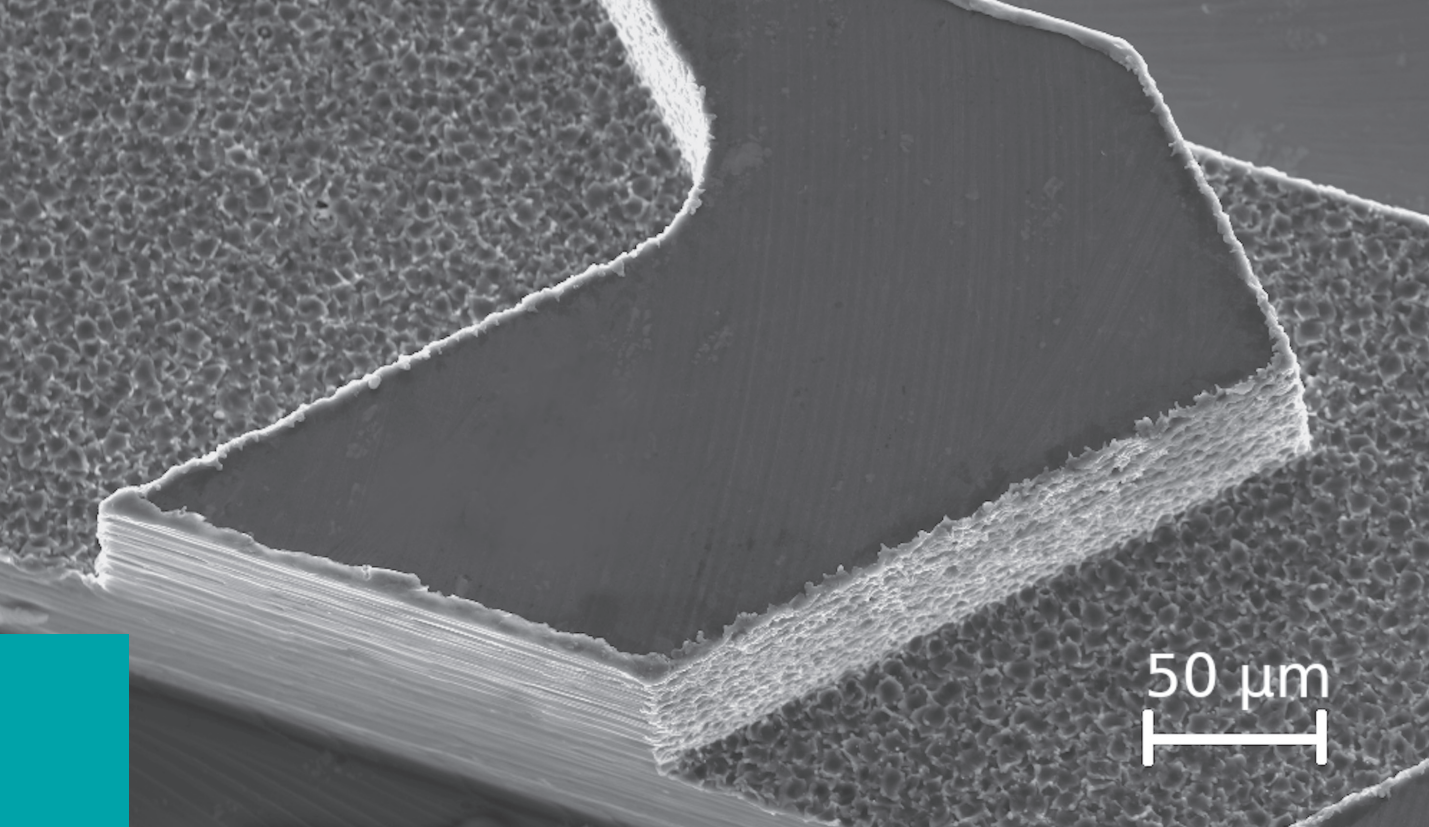
08

INOVATIVNI IZDELOVALNI SISTEMI

Programska skupina nadaljuje raziskovalno delo iz prejšnjih let. Glavni fokus raziskav so koncepti Pametnih tovarn.

S tem želimo doseči povečanje učinkovitosti in fleksibilnosti izdelovalnih sistemov in procesov (ISP), ki bodo sloneli na principih Digitalne tovarne, LEAN, AGILE in TQM ter so usklajeni z usmeritvijo Industrija 4.0. Pri gradnji samoprilagoditvenih mehanizmov ISP z definirano vlogo se osredotočamo na razvoj inteligentnega algoritma, ki bo samodejno predlagal optimizacijske korake in rešitve. Omenjene tehnologije, vezane na koncepte Pametnih tovarn, bomo aplicirali tudi na področjih pametnih preoblikovalnih orodji, rezanja z lednim abrazivnim vodnim curkom, visokodinamične hidravlične pozicionirane osi, inteligentnih ISP na področju montaže in pakiranja izdelkov itd.

S tem sledimo evoluciji in perspektivi izdelovalnih sistemov in procesov, ki poteka od trenutnega stanja, tj. vitke proizvodnje, preko vizije Manufuture do pametnih tovarn in naprej do Tovarn na daljavo.



Laboratorij za alternativne tehnologije **LAT**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Nekonvencionalni obdelovalni procesi • Aditivne tehnologije •
Preoblikovanje in obdelava plastičnih materialov in kompozitov •
Metrologija • Mikrotehnologije

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Joško Valentinčič

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Andrej Lebar, doc. dr. Henri Orbanič, asist. dr. Izidor Sabotin,
asist. dr. Marko Jerman, asist. Suzana Vinetič, Pavel Drešar, Tanja Plestenjak

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ZEIDLER, Henning, VALENTINČIČ, Joško, JERMAN, Marko, KÜHNEL, Lisa, MÜLLER, Magdalena. Reststoff-Upcycling durch additive Fertigung. Holztechnologie, 2020, vol. 61, no. 3, p. 39-42.

SITAR, Anže, LEBAR, Andrej, CRIVELLARI, Michele, BAGOLINI, Alvise, GOLOBIČ, Iztok. Characterization of oscillations during flow boiling of water in parallel microchannels. Journal of engineering thermophysics, 2020, vol. 29, no. 2, p. 338-347.

VALENTINČIČ, Joško, PRIJATELJ, Miha, JERMAN, Marko, LEBAR, Andrej, SABOTIN, Izidor. Characterization of a custom-made digital light processing stereolithographic printer based on a slanted groove micromixer geometry. Journal of micro- and nano-manufacturing, 2020, vol. 8, p. 1-6.

SABOTIN, Izidor, TRISTO, Gianluca, VALENTINČIČ, Joško. Technical model of micro electrical



discharge machining (EDM) milling suitable for bottom grooved micromixer design optimization. *Micromachines*, 2020, vol. 11, no. 6, p. 1-20.

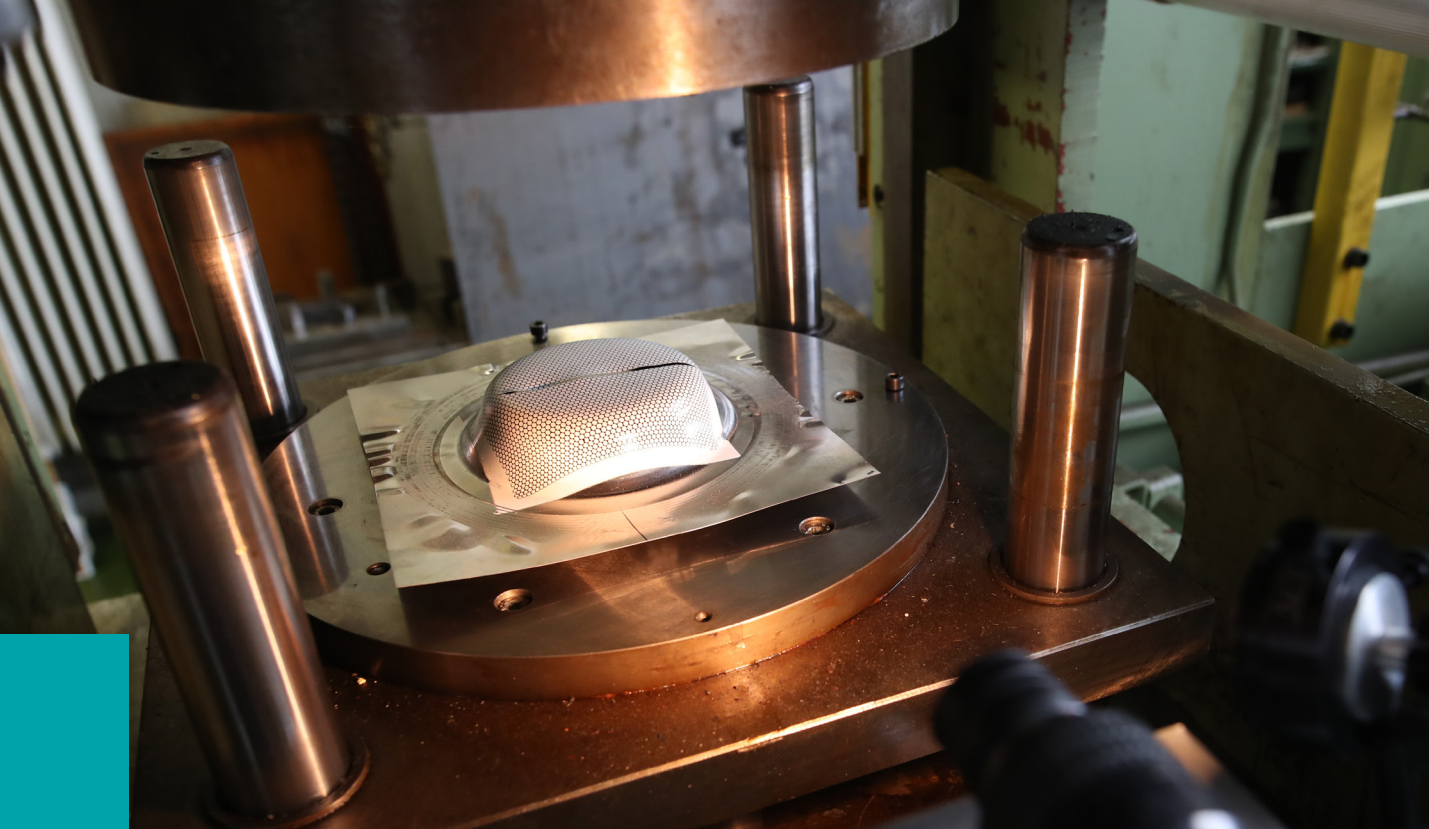
PATENTI

SABOTIN, Izidor, VALENTINČIČ, Joško, PLETERSKI, Matej, JERMAN, Marko, LEBAR, Andrej, DREŠAR, Pavel. An apparatus and a method for loosening a tube section from a tube plate: GB2576062, 2020-12-14. South Wales: Intellectual Property Office, 2020.

VALENTINČIČ, Joško, SABOTIN, Izidor, RESNIK, Matic, DREŠAR, Pavel, MATJAŽ, Nejc, JERMAN, Marko, LEBAR, Andrej, PLETERSKI, Matej. Apparatus and method for cutting an electrically conductive tube = Vorrichtung und verfahren zum schneiden eines elektrisch leitenden Rohres = Appareil et procédé pour couper un tube électriquement conducteur: European patent specification EP 3 603 866 B1, 2020-12-30. München: Europäisches Patentamt, 2020.

NAGRADE IN DOSEŽKI

Joško Valentinčič je postal kongresni ambasador Slovenije 2020.



Laboratorij za preoblikovanje **LAP**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Teorija plastičnosti • Preoblikovalne lastnosti materialov • Preoblikovalni procesi • Biomimetika pri preoblikovanju • Tribologija pri preoblikovanju, CARP, CAE, MKE

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Tomaž Pepelnjak

ČLANI LABORATORIJA asist. Luka Sevšek, Matjaž Rot, Tanja Plestenjak

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

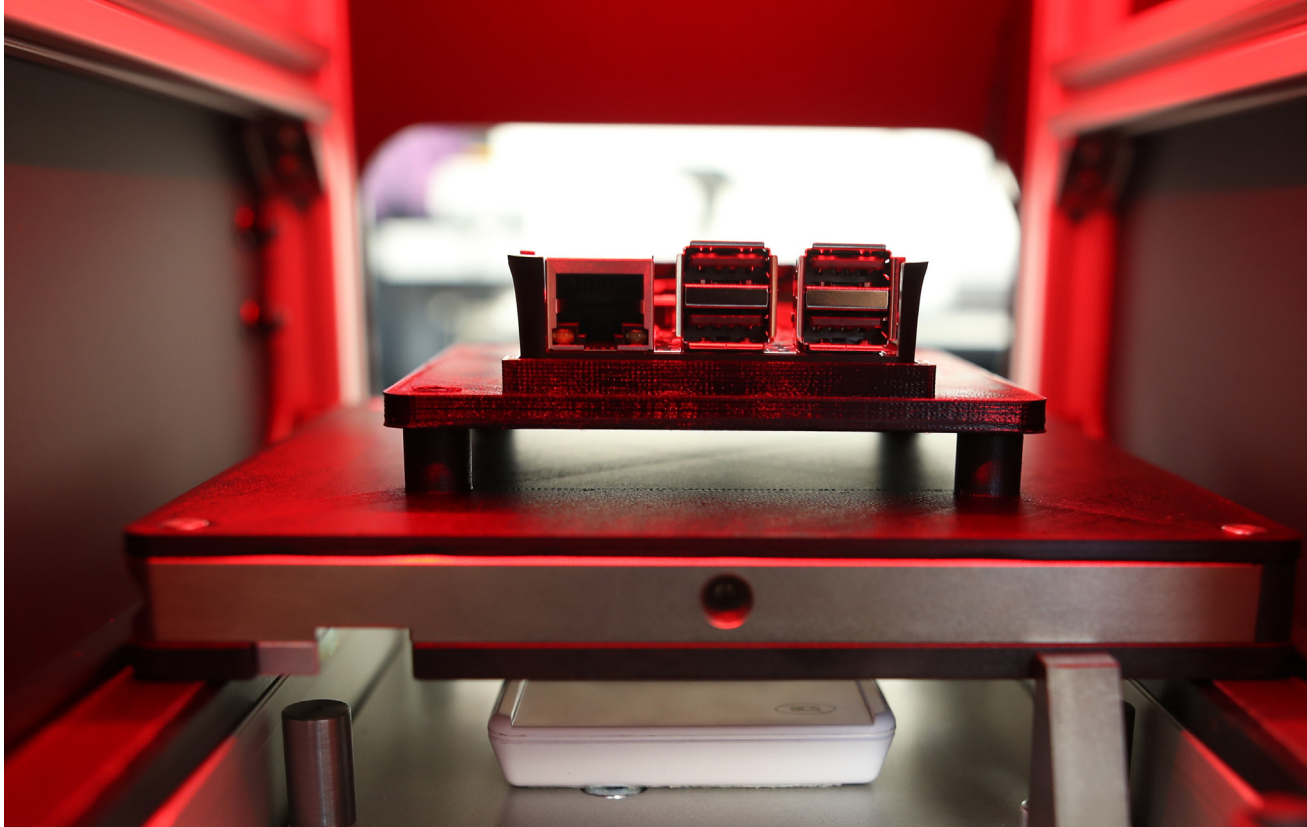
PEPELNJAK, Tomaž, KARIMI, Ako, MAČEK, Andraž, MOLE, Nikolaj. Altering the elastic properties of 3D printed poly-lactic acid (PLA) parts by compressive cyclic loading. *Materials*, 2020, vol. 13, no. 19, p. 1-18.

PROJEKTI

COST - CA COST Action CA15216 - European Network of Bioadhesion Expertise: Fundamental Knowledge to Inspire Advanced Bonding Technologies. Tomaž Pepelnjak. 26.02.2016 - 20.10.2020

Ceepus Network CII-HR-0108 Concurrent Product and Technology Development - Teaching, Research and Implementation of Joint Programs Oriented in Production and Industrial Engineering. Tomaž Pepelnjak. Ongoing since 2005

ARRS - Prilagodljivo utrjevanje površin avstenitnih jekel s procesi kriogenega preoblikovanja. Tomaž Pepelnjak. 1.9.2020 - 31.8.2023



Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko **LASIM**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Strega in montaža • Industrija 4.0, pametne tovarne • Diskretna simulacija • Proizvodna logistika • Proizvodna sredstva • Fluidna tehnika • Hidravlična in pnevmatična krmilja ter komponente • Piezotehnika

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Niko Herakovič

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Marko Šimic, asist. dr. Mihael Debevec, asist. dr. Miha Pipan, asist. dr. Hugo Zupan, asist. raz. Jernej Protner, asist. Matevž Resman, Edo Adrovič, asist. Denis Jankovič, asist. Maja Turk, Rok Živec, razv. Andrej Kos, Tanja Plestenjak

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

TURK, Maja, PIPAN, Miha, ŠIMIC, Marko, HERAKOVIČ, Niko. Simulation-based time evaluation of basic manual assembly tasks. *Advances in production engineering & management*, 2020, vol. 15, no. 3, p. 331-344.

TURK, Maja, PIPAN, Miha, ŠIMIC, Marko, HERAKOVIČ, Niko. A smart algorithm for personalizing the workstation in the assembly process. *Applied sciences*, 2020, vol. 10, no. 23, p. 1-19.

DEBEVEC, Mihael, ŠIMIC, Marko, JOVANOVIČ, Vukica, HERAKOVIČ, Niko. Virtual factory as a useful tool for improving production processes. *Journal of manufacturing systems*, 2020, vol. 57, p. 379-389.

PROJEKTI



Podjetje Kolektor Group – Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future - Niko Herakovič 1.10.2016-31.3.2020

Podjetje Comnet Global. Implementation of the research and development project of digital models (digital twins) of logistics of the Postal Logistics Centre PLC Ljubljana. Niko Herakovič. 17.9.2020 - 17.6.2021

ERDF – European regional development fond SPS – Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future (GOSTOP). Niko Herakovič. 01.11.2016 – 30.04.2020

ARRS – Prilagodljivo utrjevanje površin avstenitnih jekel s procesi kriogenega preoblikovanja. Tomaž Pepelnjak. 1.9.2020 - 31.8.2023

ARRS – Stohastični modeli za logistiko proizvodnih procesov. Janez Žerovnik. 1.9.2020 - 31.8.2023

09

KONSTRUIRANJE

Programska skupina razvija temeljna in aplikativna znanja, potrebna za razvoj novih izdelkov: modele konstruiranja in metode inoviranja, poglobljene aplikacije metod CFX, metode PDM/PLM za celovito obvladovanje informacijskih tokov v podjetjih, fizikalno/matematično modeliranje polimernih zobnikov ter hibridne numerične metode z razvojem kod na področju fuzije (ITER) in širše (simulacija plazme).

Raziskave so se izvajale v štirih osnovnih smereh, ki zagotavljajo znanja s področja konstruiranja, potrebna za inovativni razvoj novih izdelkov ter njihovo izvedbo. Skupina je uveljavila sestave superračunalništva v slovenskem akademskem okolju in je vpeta v projekte superračunalniškega združenja PRACE.

Sodeluje s projekti na področju fuzijskih raziskav (ITER, MSU-ZDA), pomožnih črpalk za srce (TU Eindhoven in UT Houston) ter razvoja polimernih zobnikov in prenosnikov skupaj z domačimi in tujimi podjetji (Nemčija, Japonska, Kitajska). Uveljavlja tudi model povezanih laboratorijev s podjetji.



Laboratorij za konstruiranje **LECAD**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Konstruiranje • Računalniško podprto konstruiranje • Tehnični informacijski sistemi • Kansei inženiring • Raziskave polimernih zobnikov • HPC • Analiza velepodatkov • Računalniško intenzivne metode in aplikacije • Matematična optimizacija • Raziskave prehoda plazme v plašč • Simulacije fuzijskih procesov • Integrirano modeliranje fuzije

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Janez Povh

ČLANI LABORATORIJA dr. Jože Tavčar, doc. dr. Janez Benedičič, doc. dr. Leon Kos, doc. dr. Nikola Vukašinović, asist. dr. Vanja Čok, asist. dr. Ivan Demšar, asist. dr. Tomaž Finkšt, asist. dr. Janez Rihtaršič, doc. dr. Aleksander Grm, asist. dr. Borut Černe, asist. dr. Pavel Tomšič, asist. dr. Damijan Zorko, asist. Primož Drešar, asist. Timotej Hrga, asist. Dejan Penko, mag. Janez Krek, Mateja Maffi, Luka Sedej, Matjaž Šubelj, asist. raz. Ivona Vasileska, asist. Uroš Urbas, asist. Matic Brank, asist. raz. Daria Vlah, Alenka Maffi, Gregor Simič, Silva Brenčič

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

MIHELAČ, Lorena, POVH, Janez. The impact of the complexity of harmony on the acceptability of music. ACM transactions on applied perception, 2020, vol. 17, no. 1, p. 1-27.

CRNKIĆ, Aladin, POVH, Janez, JAČIMOVIĆ, Vladimir, LEVNAJIĆ, Zoran. Collective dynamics of phase-repulsive oscillator solves graph coloring problem. Chaos, 2020, vol. 30, p. 1-10.

BERNIK, Rajko, STAJNKO, Denis, DEMŠAR, Ivan. Comparison of the kernel quality of different walnuts (*Juglans regia* L.) varieties shelled with modified centrifugal sheller. Der Erwerbs-

Obstbau: Berichte aus Wissenschaft und Praxis, 2020, vol. 62, no. 2, p. 213-220.

MIHELAČ, Lorena, POVH, Janez. AI based algorithms for the detection of (ir)regularity in musical structure. International journal of applied mathematics and computer science, 2020, vol. 30, no. 4, p. 761-772.

VASILESKA, Ivona, KOS, Leon. Time-dependent boundary conditions during ELMs in ITER plasma. Journal of fusion energy, 2020, vol. 39, p. 212-220.

PENKO, Dejan, KOS, Leon, BONNIN, Xavier, PINCHES, Simon. Post-processing for ITER scrape-off layer plasma simulations (SOLPS-ITER) in IMAS framework. Journal of fusion energy, 2020, vol. 39, no. 5, p. 202-211.

ČERNE, Borut, LORBER, Rebeka, DUHOVNIK, Jože, TAVČAR, Jože. Influence of temperature- and strain rate-dependent viscoplastic properties of polyoxymethylene on the thermo-mechanical response of a steel-polyoxymethylene spur gear pair. Materials today communications, 2020, vol. 25, p. 1-14.

ČERNE, Borut, PETKOVŠEK, Martin, DUHOVNIK, Jože, TAVČAR, Jože. Thermo-mechanical modeling of polymer spur gears with experimental validation using high-speed infrared thermography. Mechanism and machine theory, 2020, vol. 146, p. 1-22.

KOS, Leon, BRANK, Matic, ANAND, H., PITTS, Richard, VRIES, P. C. de, SNIPES, J. A., NUNES, I., ZABEO, L., GRIBOV, Y. A framework for the assessment and control of ITER main chamber heat loads. Nuclear fusion, 2020, vol. 60, no. 3, p. 1-12.

COBURN, Jonathan, THOREN, E., PITTS, Richard, ANAND, H., LEHNEN, M., KOS, Leon, BRANK, Matic, RATYNSKAIA, S., TOLIAS, P. First wall energy deposition during vertical displacement events on ITER. Physica scripta, 2020, no. T171, p. 1-6.

TSKHAKAYA, D. D., VASILESKA, Ivona, KOS, Leon, JELIĆ, Nikola, KUHN, S. Time-dependent kinetic theory of the plasma-wall transition layer in a weakly ionized plasma. Physics of plasmas, 2020, vol. 27, no. 2, p. 1-15.

DARVAY, Zsolt, ILLÉS, Tibor, POVH, Janez, RIGÓ, Petra Renáta. Feasible corrector-predictor interior-point algorithm for $P^*(k)$ -linear complementarity problems based on a new search direction. SIAM journal on optimization, 2020, vol. 30, no. 3, p. 2628-2658.

ČOK, Vanja, VLAH, Daria, ŽAVBI, Roman. An investigation into 2D and 3D shapes perception. Tehnički vjesnik: znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku, 2020, vol. 27, no. 1, p. 37-45.

URBAS, Uroš, VUKAŠINOVIĆ, Nikola, DEMŠAR, Ivan. Prehod v celovito opredelitev CAD-modela (MBD). Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2020, vol. 26, no. 1, p. 38-43.

DOKTORSKA DELA

ČERNE, Borut. Napovedni model za določitev termomehanskega stanja valjastih polimernih zobnikov med obratovanjem. Mentor Jožef Duhovnik.

DREŠAR, Primož. Razvoj črpalke za biološke fluide. Mentor Jožef Duhovnik.

PROJEKTI

ERDF (Smart Specialization) – MAPgears - Advanced materials, methodologies and technologies for the development of lightweight power transmission components for drives technology. Jože Tavčar. 01.09.2018 – 31.12.2021

Erasmus + ELPID - Digitalno šolanje in usposabljanje odporno na krize. Nikola Vukašinić. 01.09.2018 – 31.08.2021

Erasmus + CASProD - Capitals of Smart Product Development. Nikola Vukašinovič. 01.09.2017 - 31.08.2020

Erasmus + SCTrain - Supercomputing knowledge partnership. Pavel Tomšič. 01.12.2020 - 30.11.2023

Obzorje 2020 - EXDCI-2 - European eXtreme Data and Computing Initiative - 2. Roman Žavbi. 01.03.2018 - 31.08.2020

Obzorje 2020 - EURATOM - EUROfusion - Implementation of activities described in the Roadmap to Fusion during Horizon 2020 through a Joint programme of the members of the EUROfusion consortium. Roman Žavbi. 01.01.2014 - 31.12.2020

Obzorje 2020 - PRACE-6IP - PRACE 6th Implementation Phase Project. Janez Povh. 01.05.2019 - 31.12.2021

ITER - IPA Nomination Gregor Simič. Roman Žavbi. 01.03.2020 - 28.02.2021

ITER - Integrated Modelling Analysis Suite (IMAS). Roman Žavbi. 01.01.2020 - 15.11.2022

Ministrstvo za kmetijsko, gozdarstvo in prehrano - Improvement of the process of animal feeding in dairy and meat production, considering climate change and nature conservation (EIP-AVTO). Janez Benedičič. 01.12.2020 - 30.11.2023

National Competence Centres in the framework of EuroHPC (EUROCC)- Pavel Tomšič. 01.09.2020 - 31.08.2022

ARRS - Razširitev algoritmov prvega in drugega reda za izbrane razrede optimizacijskih problemov s ciljem rešiti računsko zahtevne industrijske probleme. Janez Povh. 1.11.2017 - 31.10.2020

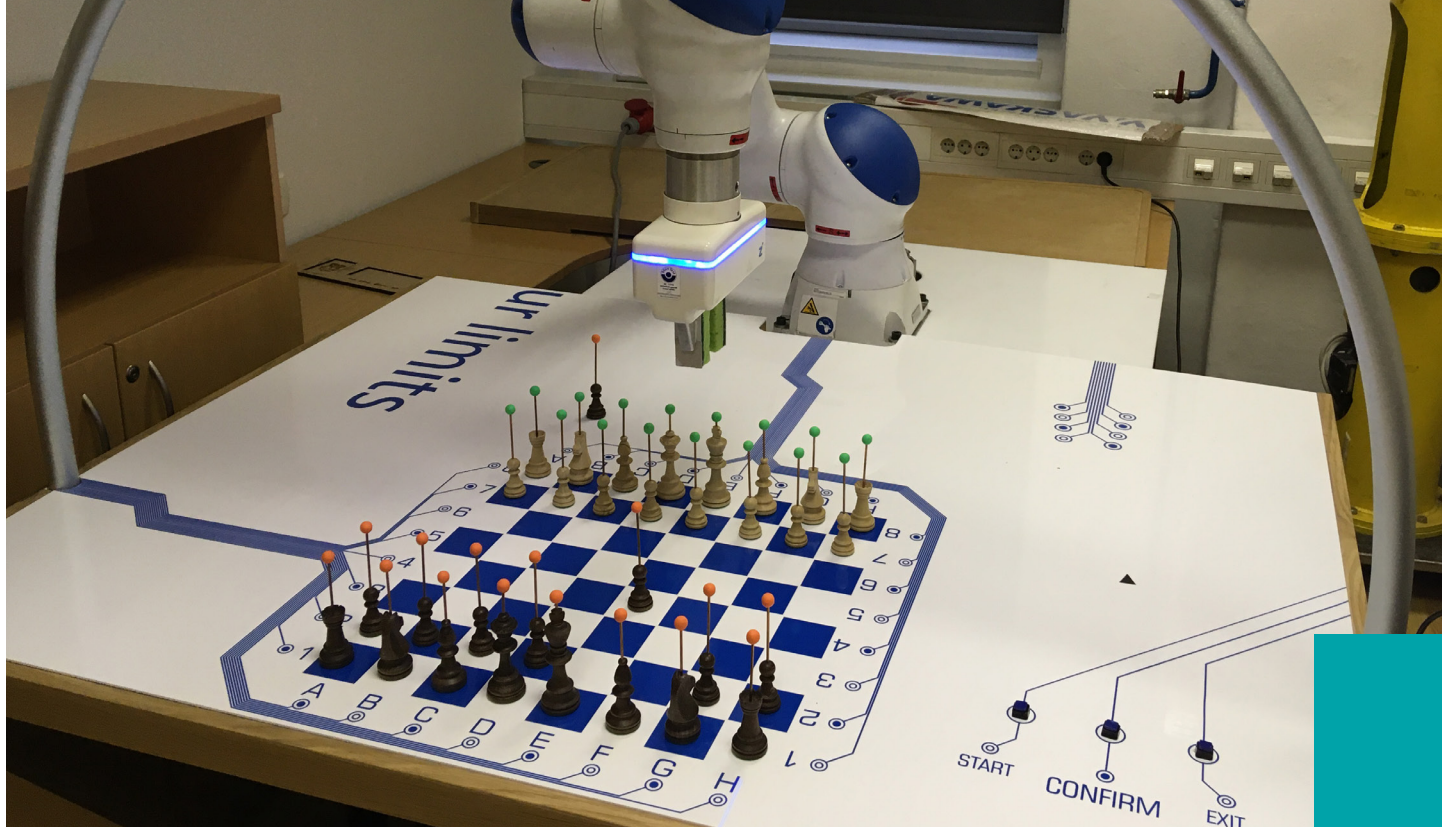
ARRS - Zlivanje biomedicinskih podatkov z uporabo nenegativne matrične tri-faktorizacije. Janez Povh. 01.05.2017-30.04.2020

ARRS - Napovedovanje sodelovanja med raziskovalci s pomočjo odkrivanja zakonitosti iz literature. Janez Povh. 1.9.2020 - 31.8.2023

ARRS - Stohastični modeli za logistiko proizvodnih procesov. Janez Žerovnik. 1.9.2020 - 31.8.2023

ARRS - Razvoj trajnostnih konceptov gradenj hlevov. Janez Benedičič. 1.11.2020 - 31.10.2022

ARRS - Modeliranje za termični nadzor komponent v stiku s plazmo (PFCs) fuzijskih reaktorjev. Božidar Šarler. 1.3.2020 - 28.2.2022



Laboratorij za transportne naprave in sisteme ter nosilne strojne konstrukcije **LASOK**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Nosilne konstrukcije • Varjene konstrukcije • Tlačne posode in cevovodi
• Dvižne in transportne naprave • Razvoj • Optimiranje • Vrednotenje

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Boris Jerman

ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Jurij Hladnik, mag. Franc Resman, asist. Luka Bizjak, Silva Brenčič

PROJEKTI

ARRS – Skladiščenje 4.0 – Model integracije skladiščno-komisionirnih in robotskih sistemov.
Boris Jerman. 1.9.2020 - 31.8.2023

10

MEHANIKA V TEHNIKI

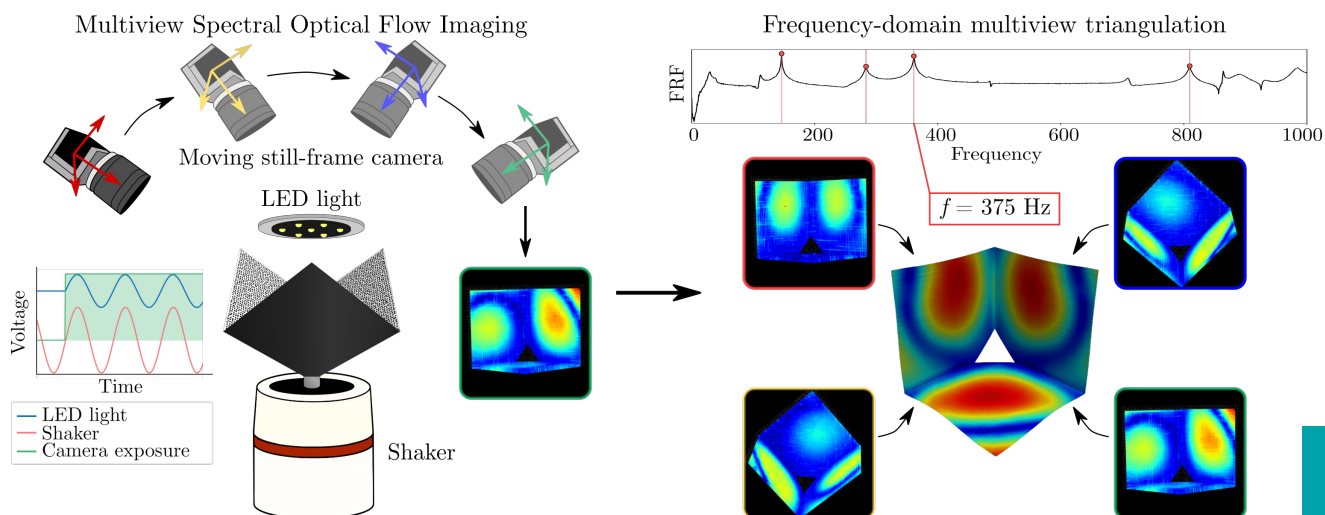
Programsko skupino Mehanika v tehniki tvorijo štiri laboratoriji: Laboratorij za dinamiko strojev in konstrukcij (LADISK), Laboratorij za numerično modeliranje in simulacije (LNMS), Laboratorij za nelinearno mehaniko (LANEM) in Laboratorij za aeronavtiko (AEROL).

LADISK: V okviru dinamike sistema prožnih teles raziskuje napredne metode veljavnega modeliranja nelinearne dinamike togih/prožnih sistemov teles z enostranskimi kontakti, velikimi pomiki/deformacijami. V okviru strukturne dinamike se skupina osredotoča na obvladovanje vibracijskega utrujanja ter na obvladovanje hrupnosti izdelkov. Pri tem je bistveni poudarek na raziskavah veljavnih modelov. Aktivnosti so osredotočene tudi na pametne strukture z zaznavalno funkcijo in razvoj naprednih optičnih metod za identifikacijo dinamskih parametrov struktur.

LNMS: Dolgoročne raziskovalne aktivnosti so povezane s konstitutivnim modeliranjem odziva kovinskih materialov in razvojem numeričnih metod na tem področju, pri čemer je ključnega pomena numerični vidik učinkovite vgradnje razvitih algoritmov v programe MKE. Kompleksnejši konstitutivni modeli vključujejo tudi potrebo po razvoju algoritmov za inverzno identifikacijo modelnih parametrov.

LANEM: Teorija elastičnosti in termoelastičnosti, geometrijske in snovne nelinearnosti, stabilnost, mehanika fluidov, neelastične deformacije, gradiva z oblikovanim spominom, karakterizacija mehanskih lastnosti gradiv, biomehanika.

AEROL: Razvoj brezпилotnih letalnikov in sistemov, raziskave možnosti upravljanja brezпилotnih letal s pomočjo kamere in orientirjev na tleh v območjih brez signala GPS, preračun letal, preračun in meritve upora, vzgona in momenta aerodinamičnih teles, merjenje aerodinamičnih lastnosti in načina obtekanja teles v vetrovniku, konstruiranje in preizkušanje delov, povezanih s strelnim orožjem, modeliranje in izdelava kalupov za izdelavo kompozitnih delov brezпилotnih letal.



Laboratorij za dinamiko strojev in konstrukcij LADISK

RAZISKOVALNA PODROČJA

Mehanika • Dinamika • Dinamika strojev in konstrukcij • Strukturna dinamika • Vibracijsko utrujanje • Mehanska nihanja • Nelinearna nihanja • Dinamika sistemov togih ter prožnih teles • Strukturno povzročeni hrup • Procesiranje signalov (CWT, HOS) • Dinamika rotorjev • Avtomatična identifikacija napak mehanskih sistemov • Dinamika gibajočega kontinuuma • Metode korelacije slik

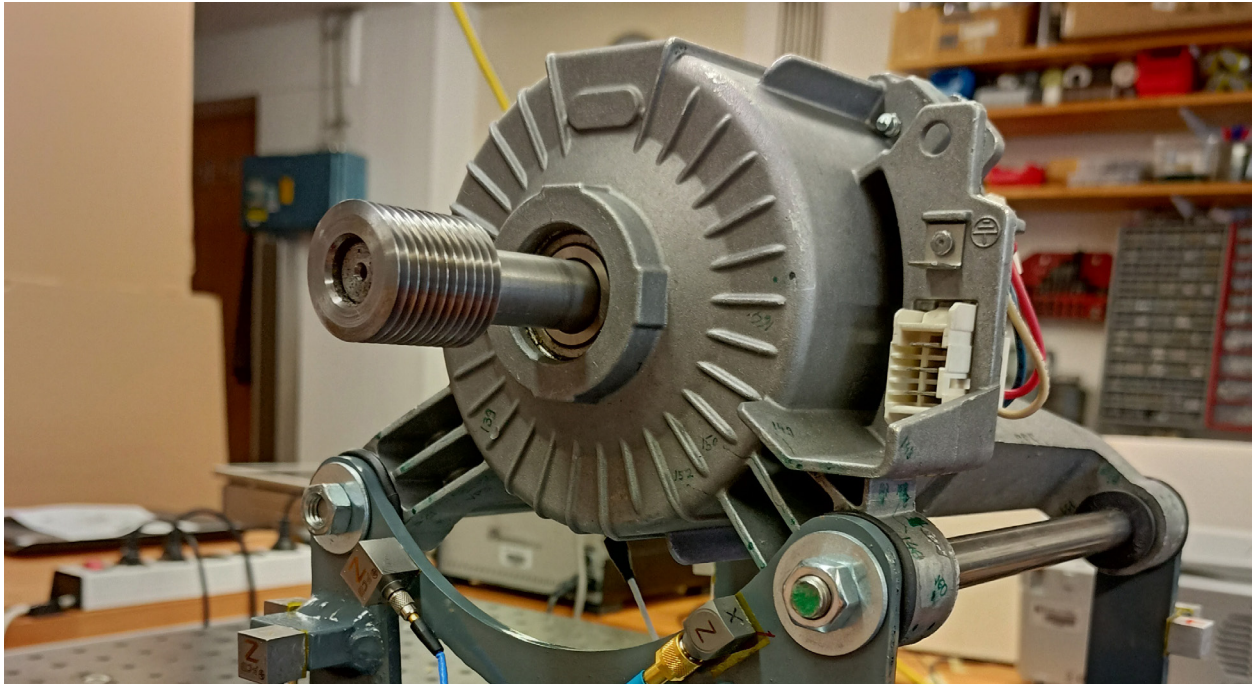
VODJA LABORATORIJA prof. dr. Miha Boltežar

ČLANI LABORATORIJA prof. dr. Janko Slavič, izr. prof. dr. Gregor Čepon, doc. dr. Martin Česnik, asist. dr. Blaž Starc, dr. Vitoslav Bratuš, asist. raz. dr. Aleš Mihelič, asist. Tibor Barši Palmič, asist. Miha Kodrič, asist. Miha Pogačar, asist. Domen Gorjup, asist. Klemen Zaletelj, asist. raz. dr. Martin Furlan, asist. raz. Matic Arh, Luka Kenk, asist. Domen Očepek, asist. Aleš Zorman, Tilen Košir, Teja Pirnat

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ARH, Matic, SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Experimental identification of the dynamic piezoresistivity of fused-filament-fabricated structures. Additive manufacturing, 2020, vol. 36, p. 1-10.

CAPPONI, Lorenzo, SLAVIČ, Janko, ROSSI, Gianluca, BOLTEŽAR, Miha. Thermoelasticity-based modal damage identification. International journal of fatigue, 2020, vol. 137, p. 1-9.



BREGAR, Tomaž, HOLEČEK, Nikola, ČEPON, Gregor, RIXEN, Daniel J., BOLTEŽAR, Miha. Including directly measured rotations in the virtual point transformation. Mechanical systems and signal processing, 2020, vol. 141, p. 1-21.

LISITANO, Domenico, SLAVIČ, Janko, BONISOLI, Elvio, BOLTEŽAR, Miha. Strain proportional damping in Bernoulli-Euler beam theory. Mechanical systems and signal processing, 2020, vol. 145, p. 1-15.

VIRTANEN, Pauli, SLAVIČ, Janko, GOMMERS, Ralf, OLIPHANT, Travis E., HABERLAND, Matt, REDDY, Tyler, COURNAPEAU, David, BUROVSKI, Evgeni, PETERSON, Pearu, WECKESSER, Warren, et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. Nature methods, 2020, vol. 17, p. 261-272.

BARŠI PALMIČ, Tibor, SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Process parameters for FFF 3D-printed conductors for applications in sensors. Sensors, 2020, vol. 20, no. 16, p. 1-21.

PROJEKTI

Podjetje Dewesoft. Software development for the customer. Miha Boltežar. 30.9.2019 - ongoing project

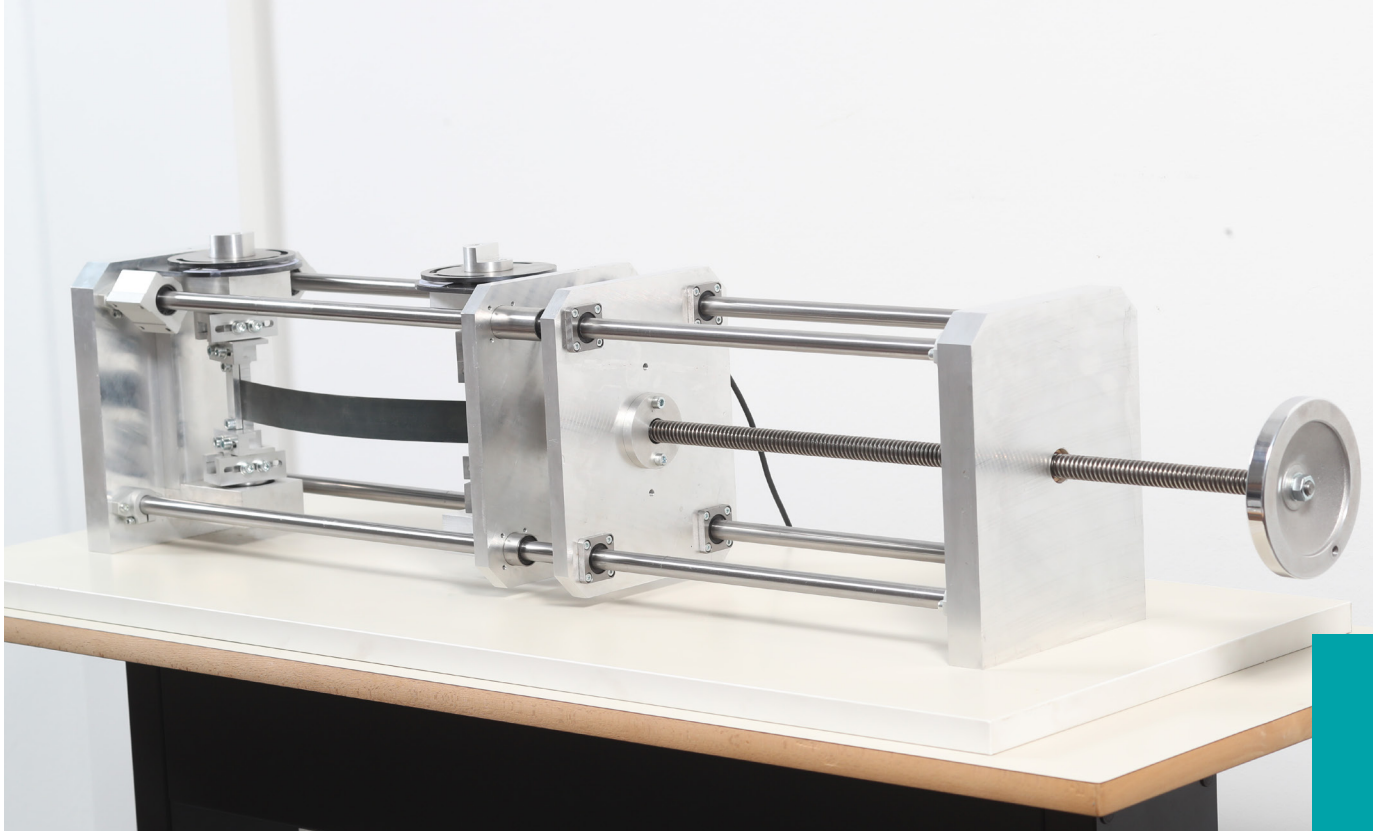
Podjetje Gorenje - Research development cooperation and lease of capacities for numerical analyses and performance of measurements and tests. Miha Boltežar. 27.6.2019-26.6.2021

ERDF (Smart Specialization) MOZTART - More efficient electric motors with the development of an EXPERT system and new technologies. Miha Boltežar. 1.10.2018 - 30.9.2021

ARRS - Hibridne metode dinamičnega podstrukturiranja v industriji bele tehnike. Miha Boltežar. 1.7.2019 - 30.6.2022

ARRS - Polno zaznavanje prostorskih vibracij s hitro kamero z aplikacijami v digitalnih dvojčkih in oddaljenem zaznavanju. Janko Slavič. 1.7.2019 - 30.6.2022

ARRS - Optična metoda za obratovalno identifikacijo reduciranega nelinearnega modela. Miha Boltežar. 1.1.2020 - 31.12.2023



Laboratorij za nelinearno mehaniko **LANEM**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Nelinearna mehanika • Stabilnost • Mehanika materialov • Gradiva z oblikovanim spominom

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Miha Brojan

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Viktor Šajn, doc. dr. Tomaž Videnič, asist. dr. Matjaž Čebren, asist. Matej Bogataj, asist. Jan Zavodnik, Jonas Trojer, asist. Tomaž Brzin, asist. Enej Istenič, Teja Pirnat

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

BRANK, Boštjan, VELDIN, Tomo, LAVRENČIČ, Marko, BROJAN, Miha. A comparison of computational models for wrinkling of pressurized shell-core systems. International journal of non-linear mechanics, 2020, vol. 127, p. 1-9.

RAHMANI, Ramin, BROJAN, Miha, ANTONOV, Maksim, PRASHANTH, Konda Gokuldoss. Perspectives of metal-diamond composites additive manufacturing using SLM-SPS and other techniques for increased wear-impact resistance. International journal of refractory metals & hard materials, 2020, vol. 88, p. 1-13.

RAHMANI, Ramin, ANTONOV, Maksim, BROJAN, Miha. Lightweight 3D printed Ti6Al4V-AlSi10Mg hybrid composite for impact resistance and armor piercing shielding. Journal of Materials Research and Technology, 2020, vol. 9, no. 6, p. 13842-13854.

LAVRENČIČ, Marko, BRANK, Boštjan, BROJAN, Miha. Multiple wrinkling mode transitions in axially compressed cylindrical shell-substrate in dynamics. Thin-walled structures, 2020, vol. 150, no. 1, p. 1-12.



LOLIĆ, Damjan, ZUPAN, Dejan, BROJAN, Miha. A consistent finite element formulation for laminated composites with nonlinear interlaminar constitutive law. *Composite structures*. sep. 2020, no. 112445, p. 1-13.

LOLIĆ, Damjan, ZUPAN, Dejan, BROJAN, Miha. A consistent strain-based beam element with quaternion representation of rotations. *Computational mechanics*. May 2020, vol. 65, iss. 5, p. 1397-1415.

BRANK, Boštjan, VELDIN, Tomo, LAVRENČIČ, Marko, BROJAN, Miha. A comparison of computational models for wrinkling of pressurized shell-core systems. *International journal of non-linear mechanics*. [Print ed.]. 2020, p. 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2020.103611>.

RAHMANI, Ramin, BROJAN, Miha, ANTONOV, Maksim, PRASHANTH, Konda Gokuldoss. Perspectives of metal-diamond composites additive manufacturing using SLM-SPS and other techniques for increased wear-impact resistance. *International journal of refractory metals & hard materials*. [Print ed.]. Apr. 2020, vol. 88, str. 1-13.

RAHMANI, Ramin, ANTONOV, Maksim, BROJAN, Miha. Lightweight 3D printed Ti6Al4V-AlSi10Mg hybrid composite for impact resistance and armor piercing shielding. *Journal of Materials Research and Technology*. Nov.-Dec. 2020, vol. 9, iss. 6, p. 13842-13854.

LAVRENČIČ, Marko, BRANK, Boštjan, BROJAN, Miha. Multiple wrinkling mode transitions in axially compressed cylindrical shell-substrate in dynamics. *Thin-walled structures*. may 2020, no. 1, 106700, p. 1-12.

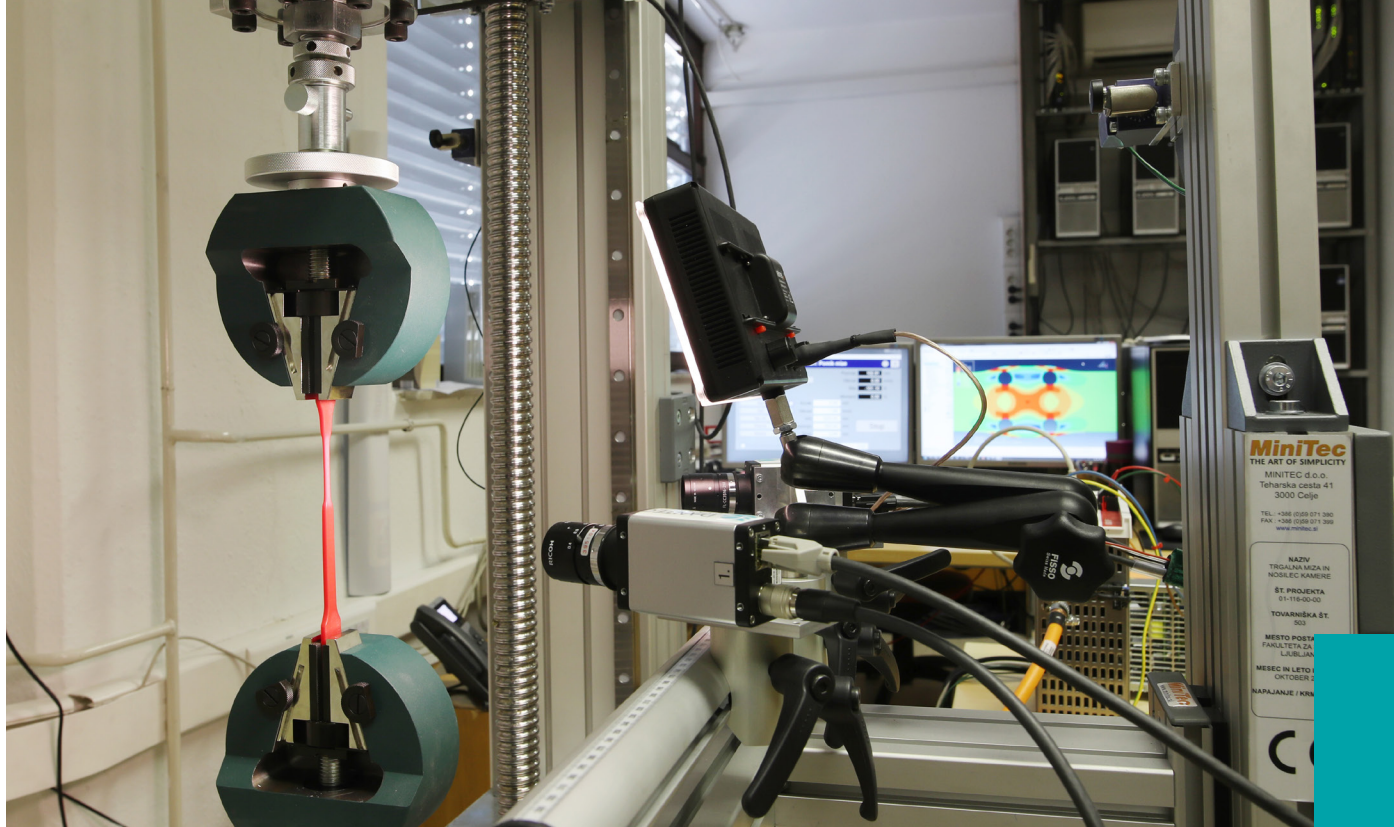
DOKTORSKA DELA

LOLIĆ, Damjan. Velike deformacije prostorskih kompozitnih nosilcev z nelinearnim zakonom stika med sloji. Mentor Miha Brojan.

PROJEKTI

ARRS – Kristalografija nagubanih elastičnih površin. Miha Brojan. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS – Razvoj kvazi-periodičnih deformacijskih vzorcev v viskoelastičnih strukturah. Miha Brojan. 1.9.2020 – 31.8.2023



Laboratorij za numerično modeliranje in simulacijo v mehaniki **LNMS**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Mehanika • Numerične metode • Računalniške simulacije tehnoloških procesov • Modeliranje termomehanskih procesov • Optimiranje izdelkov in procesov • Jedrska tehnika • Konstitutivno modeliranje • Elektromagnetizem • Metoda končnih in robnih elementov

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Miroslav Halilović

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Nikolaj Mole, doc. dr. Pino Koc, asist. dr. Kristjan Krebelj, asist. dr. Primož Rus, doc. dr. Bojan Starman, asist. dr. Janez Urevc, mag. Andrej Kotar, asist. Štefan Obid, asist. Tomaž Kastelic, asist. Andraž Maček, asist. Matija Nabergoj, Teja Pirnat

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

STARMAN, Bojan, MAČEK, Andraž, RUS, Primož, OBID, Štefan, KRALJ, Aleš, HALILOVIČ, Miroslav. Primary seal deformation in multipane glazing units. Applied sciences, 2020, vol. 10, no. 4, p. 1-20.

STARMAN, Bojan, HALLBERG, Håkan, WALLIN, Mathias, RISTINMAA, Matti, HALILOVIČ, Miroslav. Differences in phase transformation in laser peened and shot peened 304 austenitic steel. International journal of mechanical sciences, 2020, vol. 176, p. 1-18.

MAČEK, Andraž, STARMAN, Bojan, MOLE, Nikolaj, HALILOVIČ, Miroslav. Calibration of advanced yield criteria using uniaxial and heterogeneous tensile test data. Metals, 2020, no. 4, vol. 10, p. 1-17.

STARMAN, Bojan, HALLBERG, Håkan, WALLIN, Mathias, RISTINMAA, Matti, MOLE, Nikolaj, HALILOVIČ, Miroslav. Modelling of the mechanical response in 304 austenitic steel during laser shock peening and conventional shot peening. *Procedia manufacturing*, 2020, vol. 47, p. 450-457.

RUS, Primož, UREVC, Janez, STARMAN, Bojan, KLINAR, Dušan, MLADENOVICH, Ana, KOŠIR, Mateja, HALILOVIČ, Miroslav. Izgradnja in krmiljenje pilotne naprave za recikliranje izrabljenega katodnega odpadka iz proizvodnje aluminija. *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2020, vol. 26, no. 2, p. 104-112.

PATENTI

KRALJ, Aleš, ŽNIDARŠIČ, Matjaž, HALILOVIČ, Miroslav, VRH, Marko, ŠTOK, Boris. Building panel as structure of external and inner plate with intermediate insulation space: EP2464799 (B1), 2020-05-06. Munich: European Patent Office, 2020.

KRALJ, Aleš, ŽNIDARŠIČ, Matjaž, HALILOVIČ, Miroslav. Multichamber gas-filled insulated glass unit = Gasgefüllte isolierte Mehrkammerglaseinheit = Unité de verre isolant à plusieurs chambres remplie de gaz: European patent specification EP 3 323 952 B1, 2020-07-08. München: Europäisches Patentamt, 2020.

MAČEK, Andraž, UREVC, Janez, HALILOVIČ, Miroslav. Ureditev razstavljlive in po izbiri tesnjene zveze med drug v drugega vstavljlivim moškim in ženskim strojnim delom: patent SI 25741 A, 2020-05-29. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

PROJEKTI

Podjetje Nuklearna elektrarna Krško. Independent expert report for Mod. 1005- SI -L and 1010-AF -L. Miroslav Halilovič. 23.8.2019 - 31.3.2020

Podjetje Nuklearna elektrarna Krško. ASME and Safety Related Design Review Analysis of Equipment Suppliers for the BB2 Security Upgrade Project. Miroslav Halilovič. 12.6.2020 - 31.12.2021

EIT KIC RawMaterials - SPL-CYCLE - Closing the loop of the Spent Pot-line (SPL) in Al smelting process. Miroslav Halilovič 01.02.2018 - 31.03.2021

ERDF (Smart Specialization) MOZTART - More efficient electric motors with the development of an EXPERT system and new technologies. Nikolaj Mole. 1.10.2018 - 30.9.2021

NAGRADE IN DOSEŽKI

Bojan Starman in Andraž Maček sta prejela priznanji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.



Laboratorij za aeronavtiko **AEROL**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Konstrukcijska mehanika • Specialna razvojna znanja • Specialna konstrukcijska znanja

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Tadej Kosel

ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Igor Petrović, Teja Pirnat

11

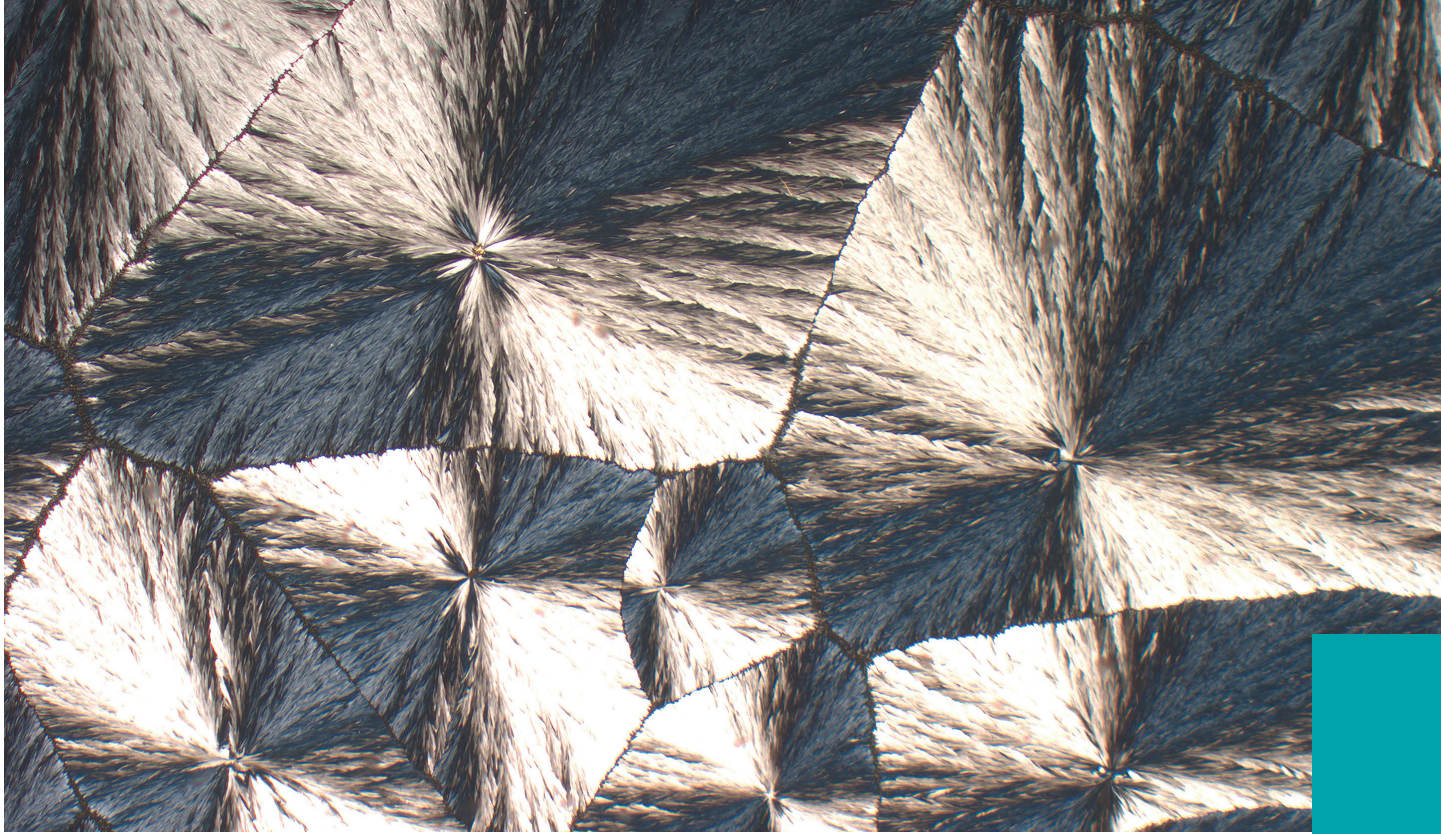
TRAJNOSTNI POLIMERNI MATERIALI IN TEHNOLOGIJE

Program zajema bazične raziskave na področju nelinearnega časovnoodvisnega vedenja polimerov in njihovih kompozitov, ki jih obravnavamo kot disipativne sisteme. Program je razdeljen v tri komplementarne sfere:

SFERA 1: Preučevanje strukturnih lastnosti polimernih materialov (brez spreminjanja njihove kemijske sestave) in načinov nadzorovanja topologije inheretne strukture. S tem nadzorujemo njihove pripadajoče fizikalne lastnosti, kar nam omogoča prilagajanje lastnosti polimernih materialov posameznim aplikacijam.

SFERA 2: Razvoj eksperimentalnih metod za analizo disipativnega časovnoodvisnega vedenja materialov, ki omogočajo karakterizacijo in napovedovanje trajnosti izdelkov, izdelanih iz tovrstnih materialov.

SFERA 3: Razvoj teoretičnih modelov in numeričnih orodji, ki skupaj z novimi eksperimentalnimi metodami omogočajo napovedovanje mehanskega obnašanja polimerov in njihovih nano-, mikro- in makrokompozitov v daljšem časovnem obdobju.



Laboratorij za eksperimentalno mehaniko **LEM**

PODROČJA RAZISKOVANJA

Polimeri • Kompoziti • Nanomateriali • Vedenje časovno odvisnih materialov • Eksperimentalna mehanika • Modeliranje mehanskih lastnosti materialov • Tehnologija predelovanja polimerov • Formiranje strukture materiala

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Lidija Slemenik Perše

ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Alexandra Aulova, asist. dr. Marko Bek, asist. raz. dr. Mohor Mihelčič, asist. Alen Oseli, Król Elżbieta, asist. dr. Damjan Lolić, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

BEK, Marko, GONZALEZ-GUTIERREZ, Joamin, KUKLA, Christian, PUŠNIK ČREŠNAR, Klementina, MAROH, Boris, SLEMENIK PERŠE, Lidija. Rheological behaviour of highly filled materials for injection moulding and additive manufacturing: effect of particle material and loading. Applied sciences, 2020, vol. 10, no. 22, p. 1-23.

PUŠNIK ČREŠNAR, Klementina, FRAS ZEMLJIČ, Lidija, SLEMENIK PERŠE, Lidija, BEK, Marko. Effect of wood fiber loading on the chemical and thermo-rheological properties of unrecycled and recycled wood-polymer composites. Applied sciences, 2020, vol. 10, no. 24, p. 1-17.

LOLIĆ, Damjan, ZUPAN, Dejan, BROJAN, Miha. A consistent finite element formulation for laminated composites with nonlinear interlaminar constitutive law. Composite structures, 2020, vol. 247, no. 112445, p. 1-13.

LOLIĆ, Damjan, ZUPAN, Dejan, BROJAN, Miha. A consistent strain-based beam element with quaternion representation of rotations. *Computational mechanics*, 2020, vol 65, p. 1397-1412.

OSELI, Alen, VESEL, Alenka, MOZETIČ, Miran, ŽAGAR, Ema, HUSKIĆ, Miroslav, SLEMENIK PERŠE, Lidija. Nano-mesh superstructure in single-walled carbon nanotube/polyethylene nanocomposites, and its impact on rheological, thermal and mechanical properties. *Composites. Part A, Applied science and manufacturing*, 2020, vol. 136, p. 1-10.

OSELI, Alen, BIZJAN, Benjamin, KRÓL, Elżbieta, ŠIROK, Brane, SLEMENIK PERŠE, Lidija. Tensile properties of mineral fibers determined with Sentmanat extensional rheometer. *Construction & building materials*, 2020, vol. 253, p. 1-12.

OSELI, Alen, PRODAN, Ted, SUSIČ, Egon, SLEMENIK PERŠE, Lidija. The effect of short fiber orientation on long term shear behavior of 40% glass fiber reinforced polyphenylene sulfide. *Polymer testing*, 2020, vol. 81, p. 1-12.

RODOŠEK, Mirjana, MIHELČIČ, Mohor, ČOLOVIĆ, Marija, ŠEST, Ervin, ŠOBAK, Matic, JERMAN, Ivan, SURCA, Angelja Kjara. Tailored crosslinking process and protective efficiency of epoxy coatings containing glycidyl-POSS. *Polymers*, 2020, vol. 12, no. 3, p. 1-18.

AULOVA, Alexandra, BEK, Marko, KOSSOVICH, Leonid, EMRI, Igor. Needleless electrospinning of PA6 fibers: the effect of solution concentration and electrospinning voltage on fiber diameter. *Strojniški vestnik*, 2020, vol. 66, no. 6, p. 421-430.

RŽEK, Lidija, TUŠAR, Marjan, SLEMENIK PERŠE, Lidija. Modelling rheological characteristics of rejuvenated aged bitumen. *The International journal of pavement engineering*. 2020, p. 1-13.

PROJEKTI

ARRS – Razvoj večkomponentnih trajnih magnetov kompleksnih oblik z uporabo napredne tehnologije 3D tiskanja. Spomenka Kobe. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS – Reološko obnašanje in mehanske lastnosti pri procesiranju polimernih sistemov z visoko koncentracijo trdnih delcev. Lidija Slemenik Perše. 1.11.2018 – 31.10.2021

ARRS – Nevronske mreže za določitev lezenja polimera pri različnih temperaturah. Alexandra Aulova. 1.7.2019 – 30.6.2021

NAGRADE IN DOSEŽKI

Alen Oseli je prejel priznanje Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.

12

NAPREDNE IZDELOVALNE TEHNOLOGIJE ZA VISOKO KAKOVOSTNO IN TRAJNOSTNO PROIZVODNJO

Slovenska industrija značilno prispeva k razvoju gospodarstva, delovnim mestom, inovacijam in izvozu. Velik del gospodarstva je odvisen od konkurenčne proizvodne tehnologije. Tako se koncepti hitre proizvodnje, inovativnih obdelovalnih/odrezovalnih tehnologij, menedžmenta izdelovalnih tehnologij in ideja trajnostnega razvoja oblikujejo kot ključna raziskovalna področja za povečanje konkurenčnosti slovenske obdelovalne industrije.

Dolgoročne raziskovalne vsebine so usmerjene v razvoj, prenos in raziskovalno podporo visokozmogljivih obdelovalnih tehnologij (odrezavanje, 3D tiskanje itd.), vključujoč implementacijo vidikov trajnostnega razvoja v izdelovalne tehnologije, kot odziv na okoljsko-varstvene, družbene in gospodarske izzive. Izpostavljene niso samo inovacije na tehnološkem področju, temveč tudi ponudbe celovitih razvojnih rešitev.

Raziskovalne domene skupine so komplementarne in do določene mere interdisciplinarne. Sestavljene so iz:

- naprednih postopkov obdelav;
- tehnologije in učinkovite rabe virov;
- inženiringa kakovosti za proizvodnjo;
- proizvodnje osredotočene na ljudi.



Laboratorij za odrezavanje **LABOD**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Načrtovanje tehnologij in izdelkov • Trajnostni razvoj v obdelovalnih procesih • Raziskave odrezovalnih procesov • Razvoj novih procesov odrezavanja (kriogeno odrezavanje, nova suha odrezavanja) • Karakterizacija obdelovalnosti materialov • Visokohitrostno freziranje trdih gravur za orodjarstvo • Obdelovalni stroji • Senzorika procesa odrezavanja • Vzvratio inženirstvo • 3D tiskanje prototipov • Karakterizacija kakovosti obdelovalnih površin • Natančnost izdelkov

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Franci Pušavec

ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Peter Krajnik, znan. sod. dr. Radovan Dražumerič, sist. dr. David Homar, asist. raz. dr. Assist. Awais Ikram, asist. raz. dr. Jani Kenda, asist. Jaka Dugar, asist. Matjaž Kern, David Muženič, Vinko Rotar, Luka Sterle, Marija Jeretina

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

HRIBERŠEK, Matija, BERUS, Lucijano, PUŠAVEC, Franci, KLANČNIK, Simon. Empirical modeling of liquefied nitrogen cooling impact during machining Inconel 718. Applied sciences, 2020, vol. 10, no. 10, p. 1-16.

PUŠAVEC, Franci, STERLE, Luka, KALIN, Mitjan, MALLIPEDDI, Dinesh, KRAJNIK, Peter. Tribology of solid-lubricated liquid carbon dioxide assisted machining. CIRP annals, 2020, vol. 69, no. 1, p. 1-4.

KHANNA, Navneet, SHAH, Prassan, AGRAWAL, Chetan, PUŠAVEC, Franci, HEGAB, Hussien.

Inconel 718 machining performance evaluation using indigenously developed hybrid machining facilities: experimental investigation and sustainability assessment. *International journal of advanced manufacturing technology*, 2020, vol. 106, p. 4987-4999.

DRAŽUMERIČ, Radovan, BADGER, Jeffrey A., ROININEN, Roope, KRAJNIK, Peter. On geometry and kinematics of abrasive processes: the theory of aggressiveness. *International journal of machine tools & manufacture: Design, research and application*, 2020, vol. 154, p. 1-13.

IKRAM, Awais, MEHMOOD, Muhammad Farhan, SHERIDAN, Richard Stuart, AWAIS, Muhammad, WALTON, Allan, ELDOSOUKY, Anas, ŠTURM, Sašo, KOBE, Spomenka, ŽUŽEK ROŽMAN, Kristina. Particle size dependent sinterability and magnetic properties of recycled HDDR Nd-Fe-B powders consolidated with spark plasma sintering. *Journal of Rare Earths*, 2020, vol 38, no. 1, p. 90-99.

STRAŠEK, Aleksander, PUŠAVEC, Franci, LIKAR, Borut. Open innovation and business performance improvement in strategic business alliances. *Management: journal of contemporary management issues*, 2020, no. 1, vol. 25, p. 133-144.

IKRAM, Awais, AWAIS, Muhammad, SHERIDAN, Richard Stuart, WALTON, Allan, KOBE, Spomenka, PUŠAVEC, Franci, ŽUŽEK ROŽMAN, Kristina. Limitations in the grain boundary processing of the recycled HDDR Nd-Fe-B system ... [et al.]. *Materials*, 2020, vol. 13, no. 16, p. 1-17.

KHANNA, Navneet, PUŠAVEC, Franci, AGRAWAL, Chetan, KROLCZYK, Grzegorz M. Measurement and evaluation of hole attributes for drilling CFRP composites using an indigenously developed cryogenic machining facility. *Measurement: journal of the International Measurement Confederation*, 2020, vol. 154, p. 1-11.

IKRAM, Awais, AWAIS, Muhammad, SHERIDAN, Richard Stuart, WALTON, Allan, KOBE, Spomenka, PUŠAVEC, Franci, ŽUŽEK ROŽMAN, Kristina. Spark plasma sintering as an effective texturing tool for reprocessing recycled HDDR Nd-Fe-B magnets with lossless coercivity. *Metals*, 2020, vol. 10, no. 3, p. 1-17.

DOKTORSKA DELA

GRGURAŠ, Damir. Odrezovalne razmere pri procesu kriogenega frezanja z uporabo tekočega CO₂. Mentor Franci Pušavec.

PROJEKTI

EIT Manufacturing hub in Slovenia (SI EIT-M). Franci Pušavec. 15.06.2020 – 31.12.2020

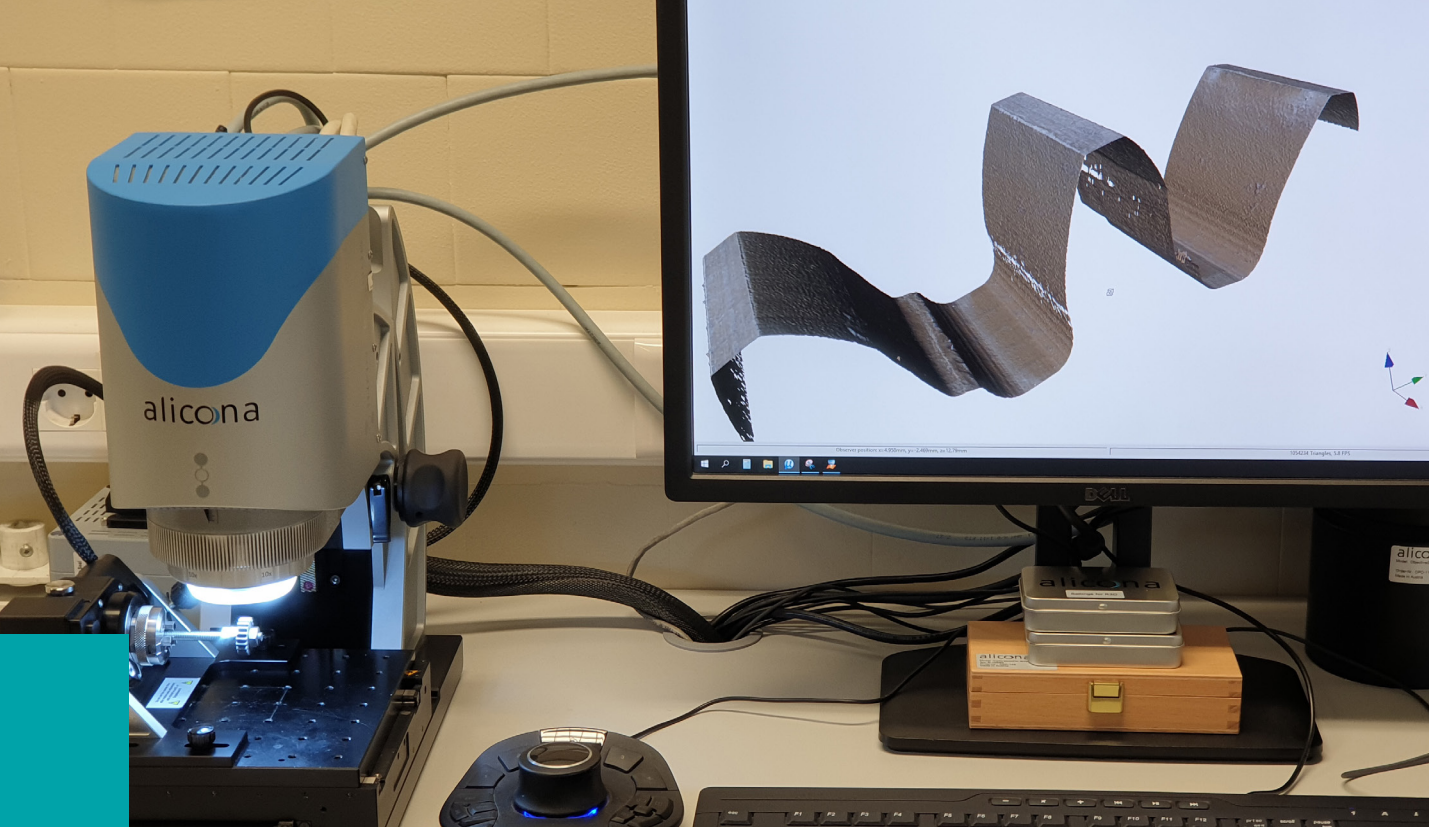
ERASMUS + REACH - Reinforcing Access to Cross Border Employment at Palestinian Higher Education Institutions -PHEIs. Franci Pušavec. 15.11.2019 - 14.11.2022

ARRS – Razvoj in implementacija kriogenega odrezavanja v serijsko proizvodno za povečanje produktivnosti procesov vrtanja in frezanja. Franci Pušavec. 1.5.2017 – 30.4.2020

ARRS – Razvoj in implementacija inovativne tehnologije obdelave ZnO keramike z definirano rezalno geometrijo v serijsko proizvodnjo za povečanje kakovosti varistorjev kot končnih izdelkov. Franci Pušavec. 1.7.2019 – 30.6.2022

NAGRADE IN DOSEŽKI

Damir Grguraš in Luka Sterle sta prejela Rektorjevo nagrado za naj inovacijo Univerze v Ljubljani, za projekt ArcLubOne. Z istim projektom sta zmagala na tekmovanju EIT Jumpstarter 2020 Grand Final.



Laboratorij za zagotavljanje kakovosti **LAZAK**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Načrtovanje in obvladovanje kakovosti • Zagotavljanje kakovosti procesov, izdelkov in storitev • Menedžment tehnologij in inovacij • 3D digitalizacija in vzvratno inženirstvo • Meritve natančnosti obdelovalnih strojev in naprav

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Davorin Kramar

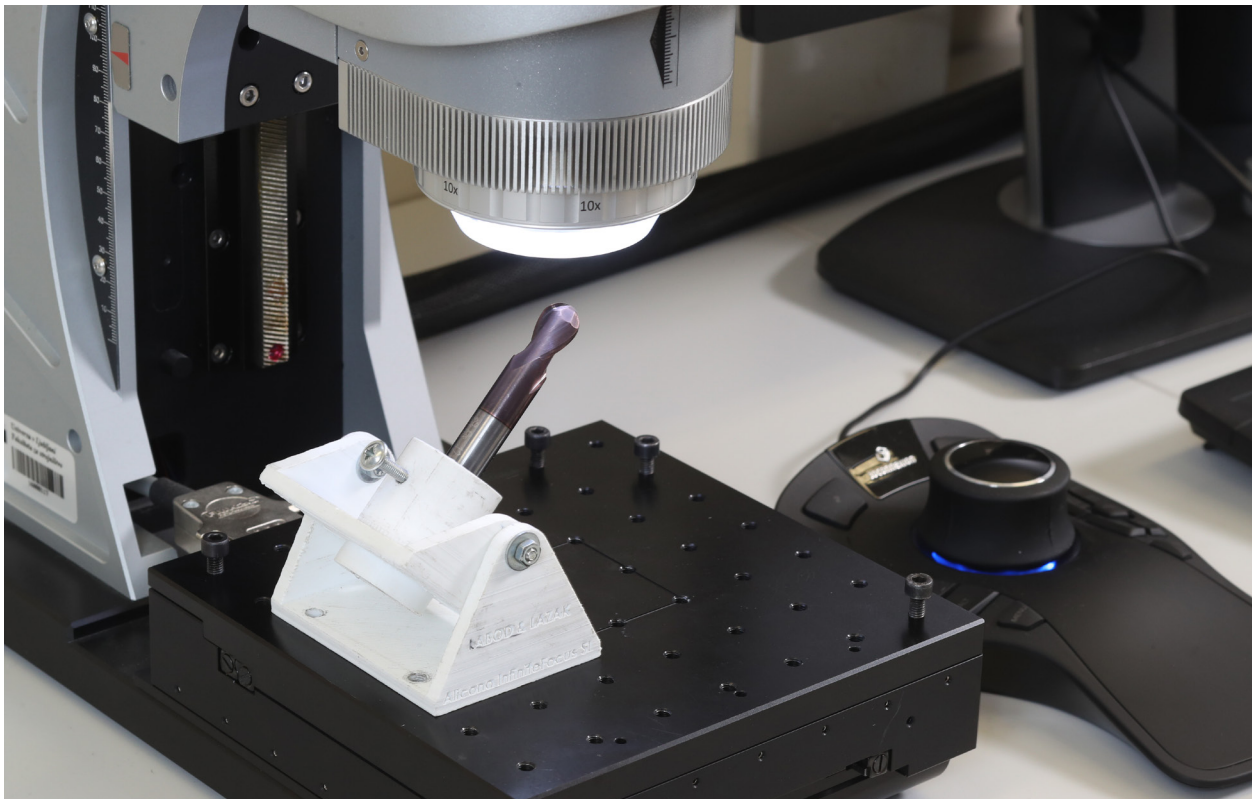
ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Luka Čerče, asist. dr. Damir Grguraš, Luka Kastelic, David Muženič, Marija Jeretina

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

KRIVOKAPIĆ, Zdravko, VUČUREVIĆ, Radoslav, KRAMAR, Davorin, JOVANOVIĆ, Jelena. Modelling surface roughness in the function of torque when drilling. *Metals*, 2020, vol. 10, no. 3, p. 1-15.

CICA, Djordje, ČALIŠKAN, Halil, PANJAN, Peter, KRAMAR, Davorin. Multi-objective optimization of hard milling using taguchi based grey relational analysis. *Tehnički vjesnik: znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku*, 2020, vol. 27, no. 2, p. 513-519.

SPAIĆ, Obrad, KRIVOKAPIĆ, Zdravko, KRAMAR, Davorin. Development of family of artificial neural networks for the prediction of cutting tool condition. *Advances in production engineering & management*, Jun. 2020, vol. 15, no. 2, p. 164-178.



CICA, Djordje, SREDANOVIĆ, Branislav, TEŠIĆ, Saša, KRAMAR, Davorin. Optimisation of turning parameters for minimising specific cutting energy with use of different cooling/ lubricating techniques. International journal of machining and machinability of materials, 2020, vol. 22, no. 2, p. 153-164.

PROJEKTI

ARRS – Razvoj in implementacija kriogenega odrezavanja v serijsko proizvodno za povečanje produktivnosti procesov vrtanja in frezanja. Franci Pušavec. 1.5.2017 – 30.4.2020

ARRS – Razvoj in implementacija inovativne tehnologije obdelave ZnO keramike z definirano rezalno geometrijo v serijsko proizvodnjo za povečanje kakovosti varistorjev kot končnih izdelkov. 1.7.2019 – 30.6.2022

NAGRADE IN DOSEŽKI

Damir Grguraš in Luka Sterle sta prejela Rektorjevo nagrado za naj inovacijo Univerze v Ljubljani, za projekt ArcLubOne. Z istim projektom sta zmagala na tekmovanju EIT Jumpstarter 2020 Grand Final.

13

PROIZVODNI SISTEMI, LASERSKE TEHNOLOGIJE IN SPAJANJE MATERIALOV - PLAS

Raziskovalni program povezuje štiri, za razvoj sodobne proizvodnje ključne raziskovalne sklope.

Sklop Proizvodni sistemi obravnava:

- koncepte porazdeljenih in mrežnih proizvodnih sistemov, njihovega strukturiranja in krmiljenja;
- koncepte sočasnega osvajanja izdelkov;
- principe produktno-storitvenih sistemov, sistemov oddaljenega nadzora in krmiljenja;
- razvoj aplikacij mehatronskih in kibernetско-fizičnih delovnih sistemov.

Na sklopu Laserski sistemi poteka razvoj:

- vlakenskih in hibridnih laserskih izvorov in bliskovnih virov;
- laserskih merilnih sistemov za sočasno merjenje 3D oblike in barve teles v realnem času;
- adaptivnih laserskih obdelovalnih sistemov na osnovi identifikacije, nadzora in adaptivnega krmiljenja procesa;
- optomehatronskih sistemov na osnovi optičnih elementov s prostimi površinami, leč z električno nastavljivo goriščno razdaljo in polj mikroleč.

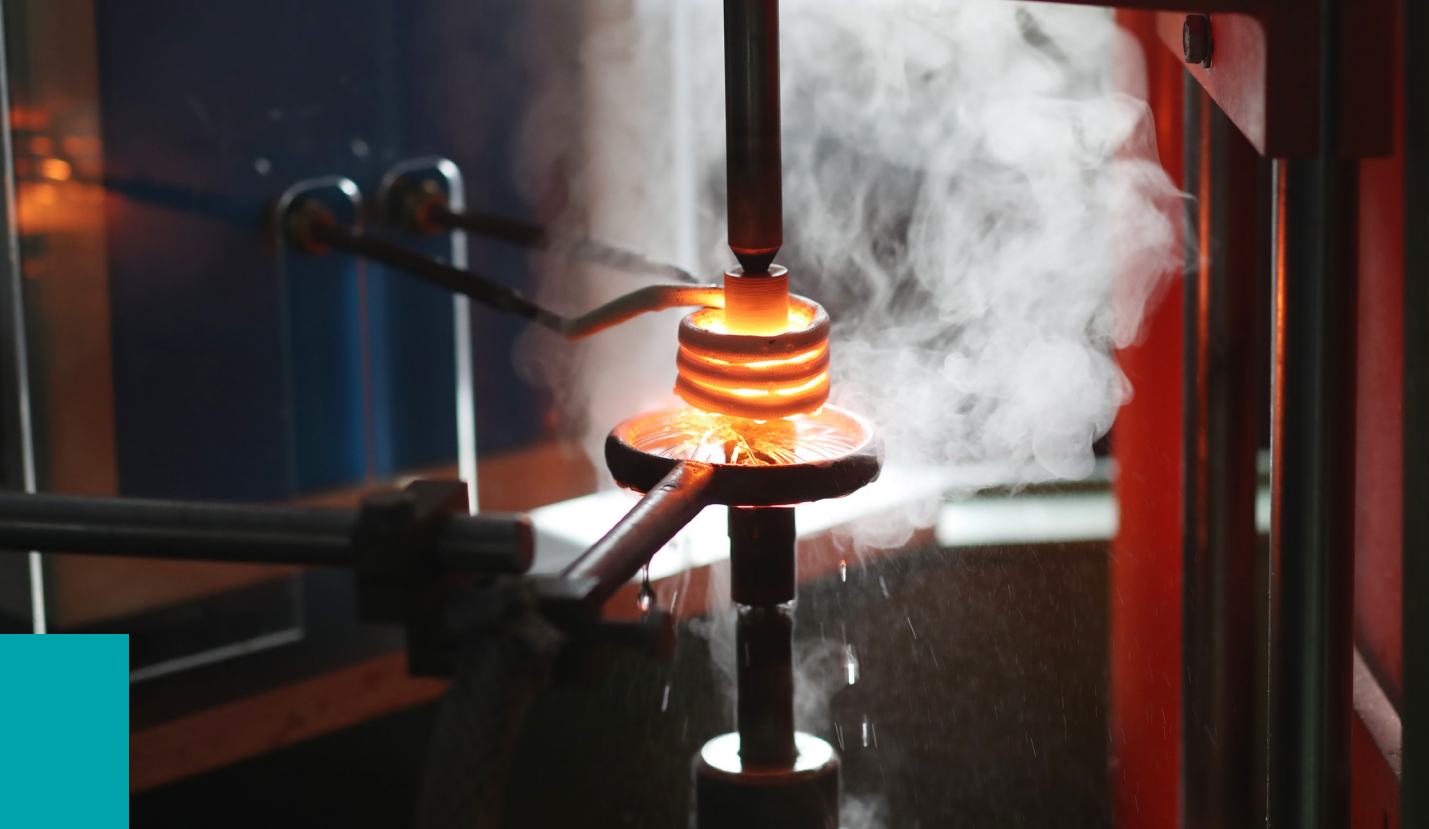
Na sklopu Laserski obdelovalni procesi, oplemenitenje površin in neporušne preiskave so raziskave usmerjene v:

- razvoj novih laserskih obdelovalnih procesov za oplemenitenje površin in izboljšanje mehanskih lastnosti;
- optimizacijo različnih laserskih procesov z vidika integritete površin;
- razvoj metode za neporušne preiskave na osnovi monitoringa procesa tlačnega litja polimernih materialov z akustično emisijo;
- testiranje lepljenih spojev z ultrazvokom.

Na sklopu Spajanje materialov izvajajo raziskave:

- analize kemične sestave pospeševalcev spajanja;
- optimiranja parametrov varjenja in varivosti različnih materialov med seboj;
- reparaturnega varjenja orodij za podaljšanje obratovalne dobe stroja;
- razvoj oblikovnega varjenja, varjenja s trenjem in mešanjem ter drugih tehnologij spajanja;
- nanašanja različnih materialov z visokoenergijskimi obločnimi postopki.

Tematike so relevantne za napredek znanosti, kot tudi za družbeno-ekonomski razvoj Slovenije. Raziskave potekajo v tesnem sodelovanju z industrijo.



Laboratorij za toplotno obdelavo in preiskavo materialov **LATOP**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Toplotna obdelava • Lasersko utrjevanje površin • Udarno utrjevanje površin • Integriteta površin • Merjenje zaostalih napetosti • Določevanje mikrostruktur • Modeliranje procesov litja • Določevanje obratovalne dobe orodja

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Roman Šturm

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Zoran Bergant, doc. dr. Tomaž Kek, doc. dr. Uroš Trdan, asist. dr. Janez Sušnik, asist. dr. Sebastjan Žagar, asist. dr. Bor Mojškerc, asist. dr. Dunja Ravnikar, Vane Kralj, dr. Rok Markežič, Anja Vrhovec, Jan Šmalc, Dušanka Grubor Železnik

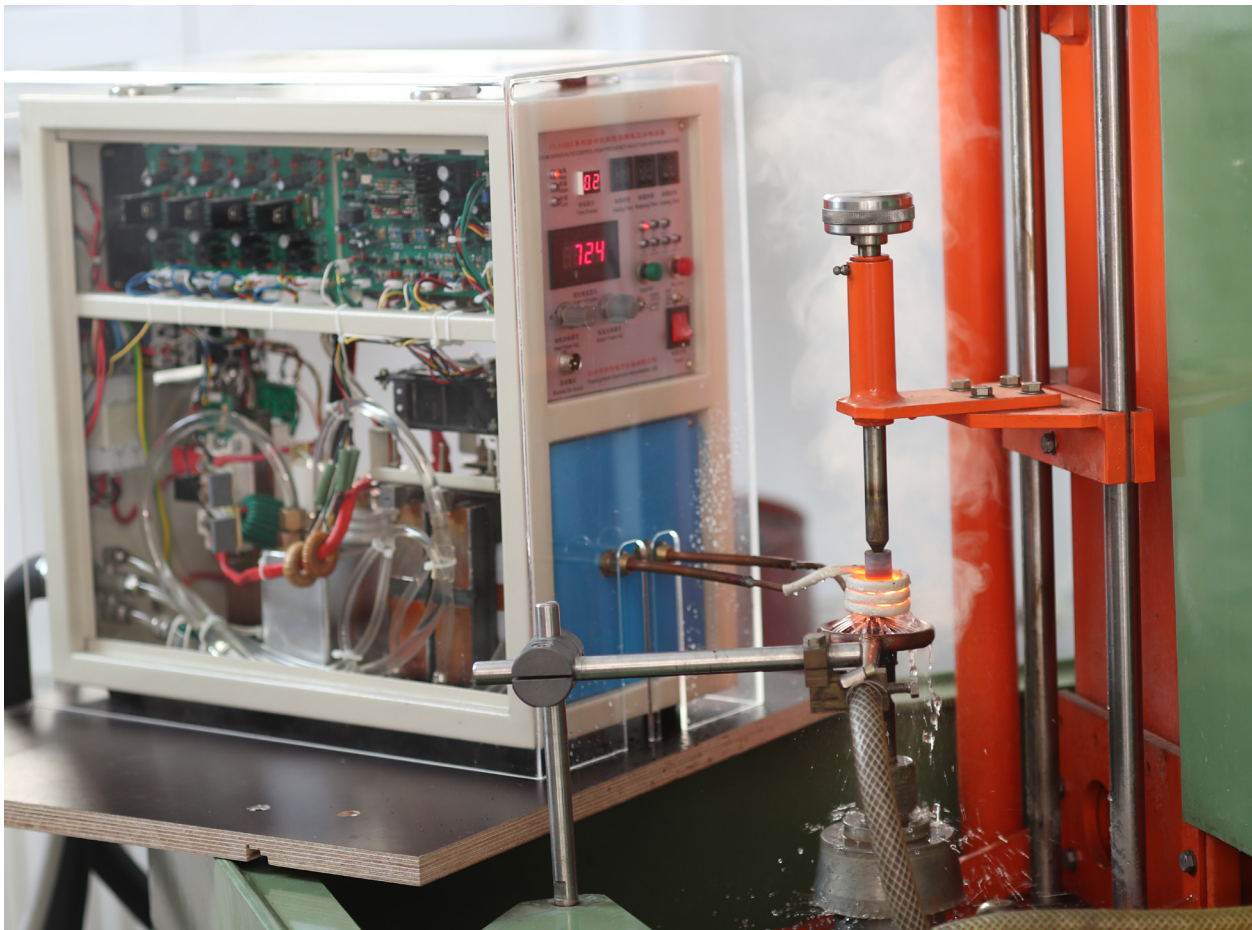
ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

MARKEŽIČ, Rok, MOLE, Nikolaj, NAGLIČ, Iztok, ŠTURM, Roman. Time and temperature dependent softening of H11 hot-work tool steel and definition of an anisothermal tempering kinetic model. Materials today communications, 2020, vol. 22, p. 1-7.

LU, Guoxing, TRDAN, Uroš, ZHANG, Yongkang, DULANEY, Jeff L. The distribution regularity of residual stress on a metal surface after laser shock marking. Mechanics of materials, 2020, vol. 143, p. 1-7.

RAVNIKAR, Dunja, TRDAN, Uroš, NAGODE, Aleš, ŠTURM, Roman. Energy density effect of laser alloyed TiB₂/TiC/Al composite coatings on LMZ/HAZ, mechanical and corrosion properties. Metals, 2020, no. 3, vol. 10, p. 1-19.

BABIČ, Matej, ŠTURM, Roman. Analiza parametrov laserskega kaljenja na robotski celici. Ventil:



revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2020, vol. 26, no. 4, p. 282-287.

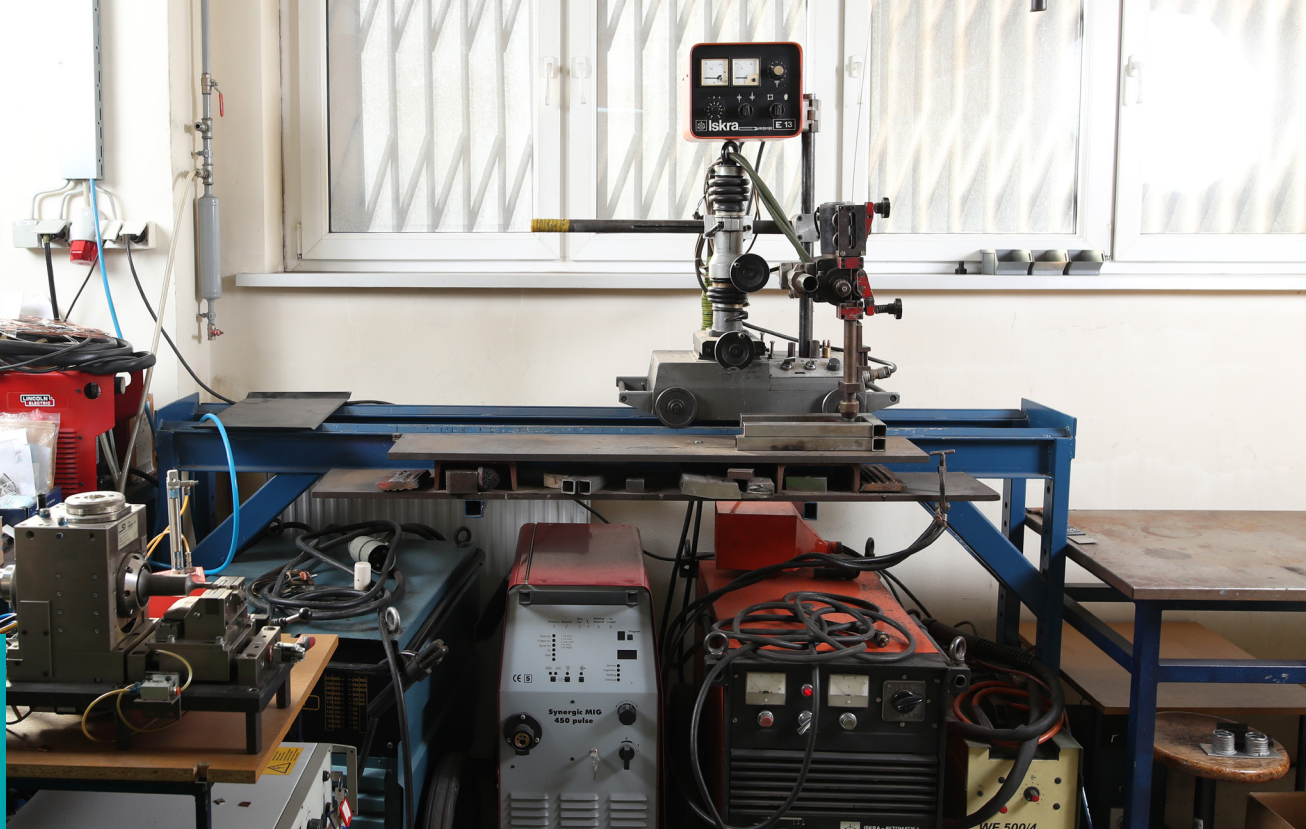
DOKTORSKA DELA

MARKEŽIČ, Rok. Napovedovanje lastnosti orodnih jekel za delo v vročem stanju pri cikličnem toplotnem obremenjevanju. Mentor Roman Šturm.

PROJEKTI

COST - CERTBOND CA18120 - Reliable roadmap for certification of bonded primary structures. Uroš Trdan. 04.04.2019 - 03.04.2023

COST - ODIN Optimising Design for Inspection. Tomaž Kek. 02.10.2019 - 01.10.2023



Laboratorij za varjenje **LAVAR**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Tehnologije spajanja in toplotnega rezanja materialov (obločno varjenje, lasersko varjenje, varjenje s trenjem in mešanjem, uporovno točkovno varjenje, ultrazvočno varjenje) • Tehnologije toplotnega rezanja • Dodajne tehnologije z žico in oblokom • Tehnologije materialov • Proizvodne tehnologije • Varivost kovinskih materialov in polimerov • Varilni stroji in naprave • Dodajni in pomožni material za varjenje • Kemijski in metalurški procesi pri varjenju

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Damjan Klobčar

ČLANI LABORATORIJA prof. dr. Borut Kosec, asist. raz. dr. Matej Pleterški, asist. Maja Lindič, Peter Kolar, Andraž Logar, Assist. Aljaž Ščetinec, Ana Lazar, Uroš Klopčič, Dušanka Grubor Železnik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

IVANIČ, Ivana, GOJIČ, Mirko, KOŽUH, Stjepan, KOSEC, Borut. Microstructural and fractographic analysis of CuAlNi shape memory alloy before and after heat treatment. Defect and diffusion forum, 2020, vol. 405, p. 100-106.

KARPE, Blaž, KLOBČAR, Damjan, KOVAČ, Janez, BIZJAK, Milan, KOSEC, Borut, VESKOVIČ BUKUDUR, Stojana. Failure analysis of diesel engine glow plugs. Engineering failure analysis, 2020, vol. 109, p. 1-8.



NAGODE, Aleš, ZUPANČIČ, Katja, ZORC, Matija, ŽUŽEK, Borut, KARPE, Blaž, ŠETINA, Barbara, ZORC, Borut, KOSEC, Borut, BIZJAK, Milan, PAVLIČ, Alenka. Investigating the properties of dental composites = Preiskava lastnosti kompozita za zobne zalivke. *Materiali in tehnologije*, 2020, vol. 54, no. 4, p. 433-437.

BALOŠ, Sebastian, DRAMIČANIN, Miroslav D., JANJATOVIC, Petar, KULUNDZIC, Nenad, ZABUNOV, Ivan, PILIĆ, Branka, KLOBČAR, Damjan. Influence of metallic oxide nanoparticles on the mechanical properties of an A-TIG welded 304L austenitic stainless steel. *Materials*, 2020, vol. 13, no. 20, p. 1-11.

PRIJANOVIČ, Urban, TONKOVIČ-PRIJANOVIČ, Marica, TRDAN, Uroš, PLETERSKI, Matej, JEZERŠEK, Matija, KLOBČAR, Damjan. Remote fibre laser welding of advanced high strength martensitic steel. *Metals*, 2020, vol. 10, no. 4, p. 1-14.

CONRADI, Marjetka, KOCIJAN, Aleksandra, KLOBČAR, Damjan, GODEC, Matjaž. Influence of laser texturing on microstructure, surface and corrosion properties of Ti-6Al-4V. *Metals*, 2020, vol. 10, no. 11, p. 1-9.

ZORC, Borut, ZORC, Matija, KOSEC, Borut, NAGODE, Aleš. Influence of laser texturing on microstructure water-filter housings on the destructive pressure, crack-initiation, propagation conditions and fracture toughness of styrene-acrylonitrile. *Polymers*, 2020, vol. 12, no. 2, p. 1-22.

PLETERSKI, Matej, ZORKO, Domen, KLOBČAR, Damjan. Uporabnost vodotopnega papirja za zaščito korena zvarke. *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2020, vol. 26, no. 3, p. 180-185.

PLETERSKI, Matej, VAJDIČ, Janez, KLOBČAR, Damjan. Varjenje debelostenskih nerjavnih odkovkov v ozki reži: po postopku elektroobločnega varjenja pod praškom. *Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo*, 2020, vol. 26, no. 6, p. 430-435.

PROJEKTI

COST - CERTBOND CA18120 - Reliable roadmap for certification of bonded primary structures. Damjan Klobčar. 04.04.2019 – 03.04.2023

COST - CA COST Action CA15102; CRM-EXTREME - Solutions for Critical Raw Materials Under Extreme Conditions. Damjan Klobčar. 10.03.2016 – 09.03.2020

Erasmus + APTIME - Additive Process Technology Integration with Management and Entrepreneurship. Damjan Klobčar. 04.10.2019 – 03.10.2022

ARRS - Selektivna plazemska oksidacija zlitin FeCrAl za podaljšanje obratovalne dobe žarilnih svečk za dizelske motorje. Damjan Klobčar. 1.5.2017 – 30.4.2020



Laboratorij za digitalne sisteme in elektrotehniko **LDSE**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Modeliranje • Simulacija • Avtomatizacija • Strojna oprema • Programska oprema

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Janez Diaci

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Marjan Jenko, asist. dr. Tomaž Požrl, Anja Juriševič, asist. Nejc Rožman, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ŠTEFE, Blaž, JENKO, Marjan. Modeling of insulation paper damage in the assembly of a solid slot winding. IEEE access, 2020, vol. 8, p. 27831-27850.

PROJEKTI

ERDF - European regional development fond SPS - Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future (GOSTOP). Janez Diaci. 01.11.2016 - 30.04.2020



Laboratorij za procesno avtomatiko **LPA**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Analiza krmilnih sistemov • Snovanje krmilnih sistemov • Optimalni krmilni zakoni • Energetske naprave in procesi

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Primož Podržaj

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Samo Simončič, asist. raz. dr. Miha Finžgar, asist. dr. Marko Corn, asist. Žan Pirnar, Matic Kelvišar, Igor Reznichenko, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

MACURA, Miloš, BAN, Helena, CANKAR, Ksenija, FINŽGAR, Miha, FRANGEŽ, Igor. The effect of transcutaneous application of gaseous CO₂ on diabetic chronic wound healing: a double-blind randomized clinical trial. International wound journal, 2020, vol. 17, no.6, p. 1-5.

FINŽGAR, Miha, PODRŽAJ, Primož. Feasibility of assessing ultra-short-term pulse rate variability from video recordings. PeerJ, 2020, vol. 8, p. 1-26.

DOKTORSKA DELA

FINŽGAR, Miha. Določanje frekvence pulza in njene spremenljivosti iz video posnetkov. Mentor Primož Podržaj.

PROJEKTI

Erasmus + MAESTRO - Manufacturing Education for a Sustainable fourth Industrial Revolution. Primož Podržaj. 01.09.2019 - 31.08.2022

Erasmus + ICCT - Interactive course for Control Theory. Primož Podržaj. 01.09.2018 - 31.08.2021



Laboratorij za proizvodno kibernetiko in eksperimentiranje **MCE**

RAZISKOVALNA PODROČJA

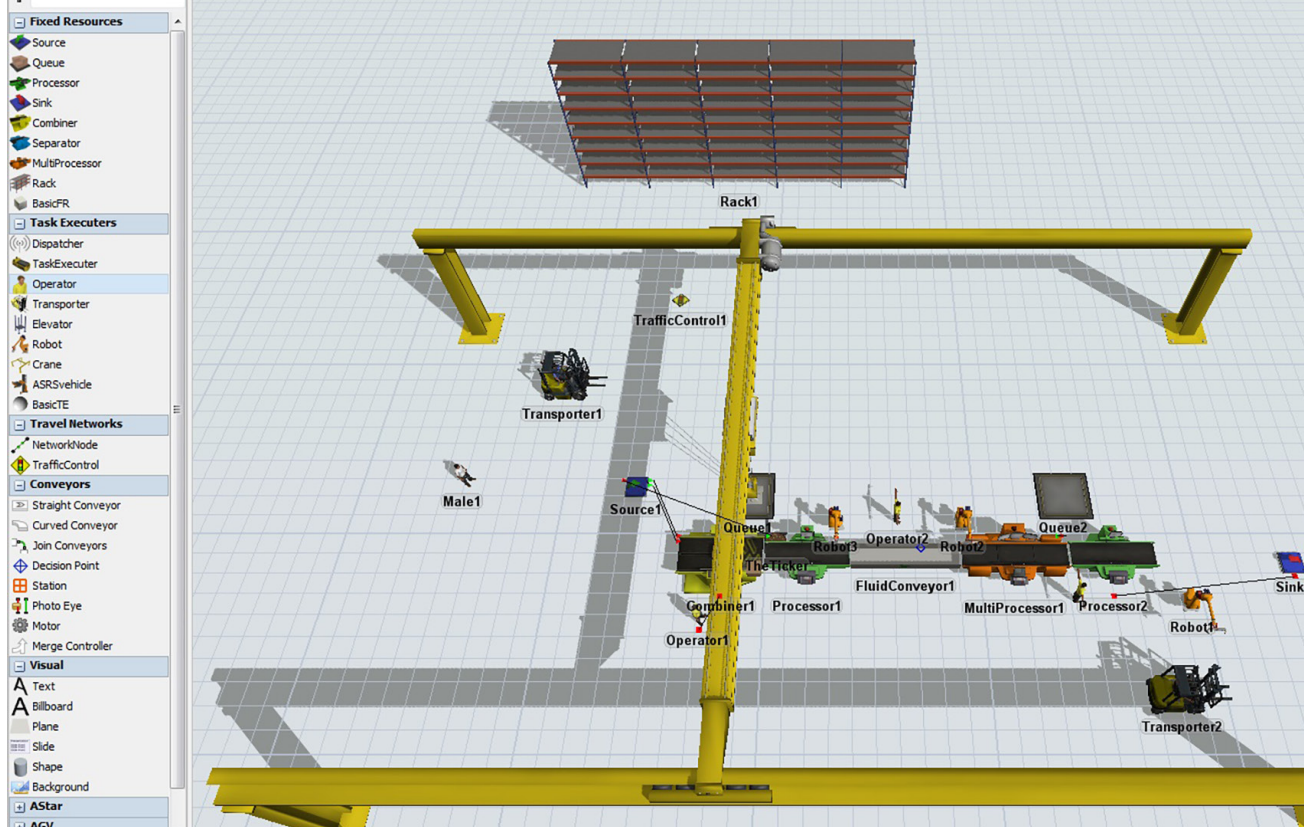
Kakovost • Avtomatizacija • Adaptivno krmiljenje • Strojni vid • Internet stvari • Mehatronika • Biološko inspirirana robotika

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Drago Bračun

ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Luka Selak, asist. dr. Gašper Škulj, asist. Nejc Kozamernik, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

KOZAMERNIK, Nejc, BRAČUN, Drago, KLOBČAR, Damjan. WAAM system with interpass temperature control and forced cooling for near-net-shape printing of small metal components. International journal of advanced manufacturing technology, 2020, vol. 110, no. 7/8, p. 1955-1968.



Laboratorij za proizvodne sisteme in za pripravo ter vodenje proizvodnje LAPS

RAZISKOVALNA PODROČJA

Proizvodni sistemi • Priprava in vodenje proizvodnje • Logistika toka materiala in informacij • Študije dela in časa • Vodenje projektov • Sočasno inženirstvo • Operacijske raziskave

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Janez Kušar

ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Tomaž Berlec, asist. dr. Lidija Rihar, Tadeja Kavčič, asist. Tena Žužek, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

ŽUŽEK, Tena, RIHAR, Lidija, BERLEC, Tomaž, KUŠAR, Janez. Standard project risk analysis approach. Business systems research journal: international journal of the Society for Promotion of Business Information Technology (BIT), 2020, vol. 11, no. 2, p. 149-158.

ŽUŽEK, Tena, KUŠAR, Janez, RIHAR, Lidija, BERLEC, Tomaž. Agile-concurrent hybrid: a framework for concurrent product development using scrum. Concurrent engineering: research and applications, 2020, vol. 28, no. 4, p. 1-10.

JORDAN, Eva, BERLEC, Tomaž, RIHAR, Lidija, KUŠAR, Janez. Simulation of cost driven value stream mapping. International journal of simulation modelling, 2020, vol. 19, no. 3, p. 458-469.

ŽUŽEK, Tena, GOSAR, Žiga, KUŠAR, Janez, BERLEC, Tomaž. Adopting agile project management practices in non-software SMEs: a case study of a Slovenian medium-sized manufacturing company. Sustainability, 2020, vol. 12, no. 21, p. 1-17.



Laboratorij za tehnično kibernnetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo **LAKOS**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Mehatronika • Robotika • Fleksibilni proizvodni sistemi • Računalniško integrirani proizvodni sistemi • Porazdeljeno krmiljenje • Večagentni sistemi • Spodbujevalno učenje • Inženirska informatika • Analitika velepodatkov

VODJA LABORATORIJA doc. dr. Rok Vrabič

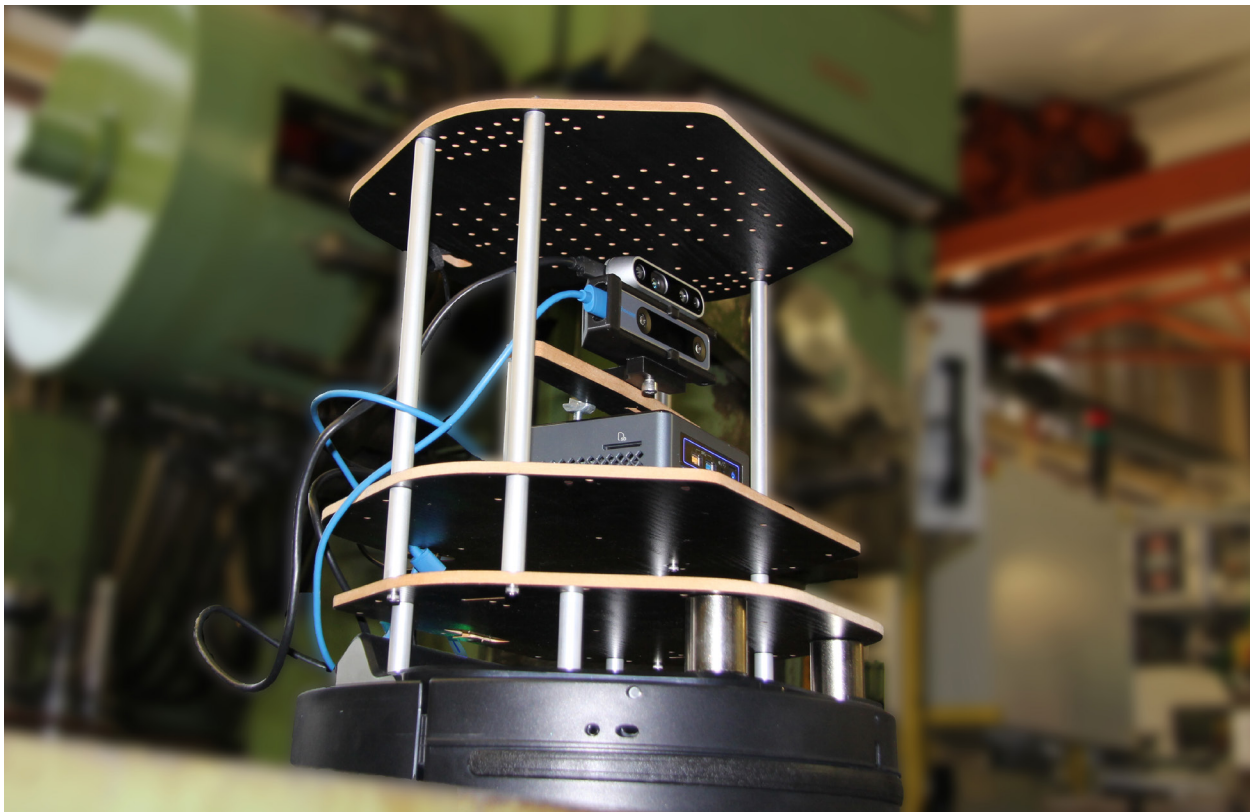
ČLANI LABORATORIJA asist. dr. Dominik Kozjek, asist. Andreja Malus, Dominik Rupert, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

AMO, Iñigo Fernández del, ERKOYUNCU, John, VRABIČ, Rok, FRAYSSINET, Romain, VAZQUEZ REYNEL, Cristina, ROY, Rajkumar. Structured authoring for AR-based communication to enhance efficiency in remote diagnosis for complex equipment. Advanced engineering informatics: the science of supporting knowledge-intensive activities, 2020, vol. 145, p. 1- 17.

ERKOYUNCU, John Ahmet, AMO, Iñigo Fernández del, ARIANSYAH, Dedy, BULKA, Dominik, VRABIČ, Rok, ROY, Rajkumar. A design framework for adaptive digital twins. CIRP annals, 2020, vol. 69, no. 1, p. 145-148.

MALUS, Andreja, KOZJEK, Dominik, VRABIČ, Rok. Real-time order dispatching for a fleet of autonomous mobile robots using multi-agent reinforcement learning. CIRP annals, 2020, vol.



69, no. 1, p. 397-400.

KOZJEK, Dominik, VRABIČ, Rok, RIHTARŠIČ, Borut, LAVRAČ, Nada, BUTALA, Peter. Advancing manufacturing systems with big-data analytics: a conceptual framework. International journal of computer integrated manufacturing, 2020, vol. 33, no. 2, p. 169-188.

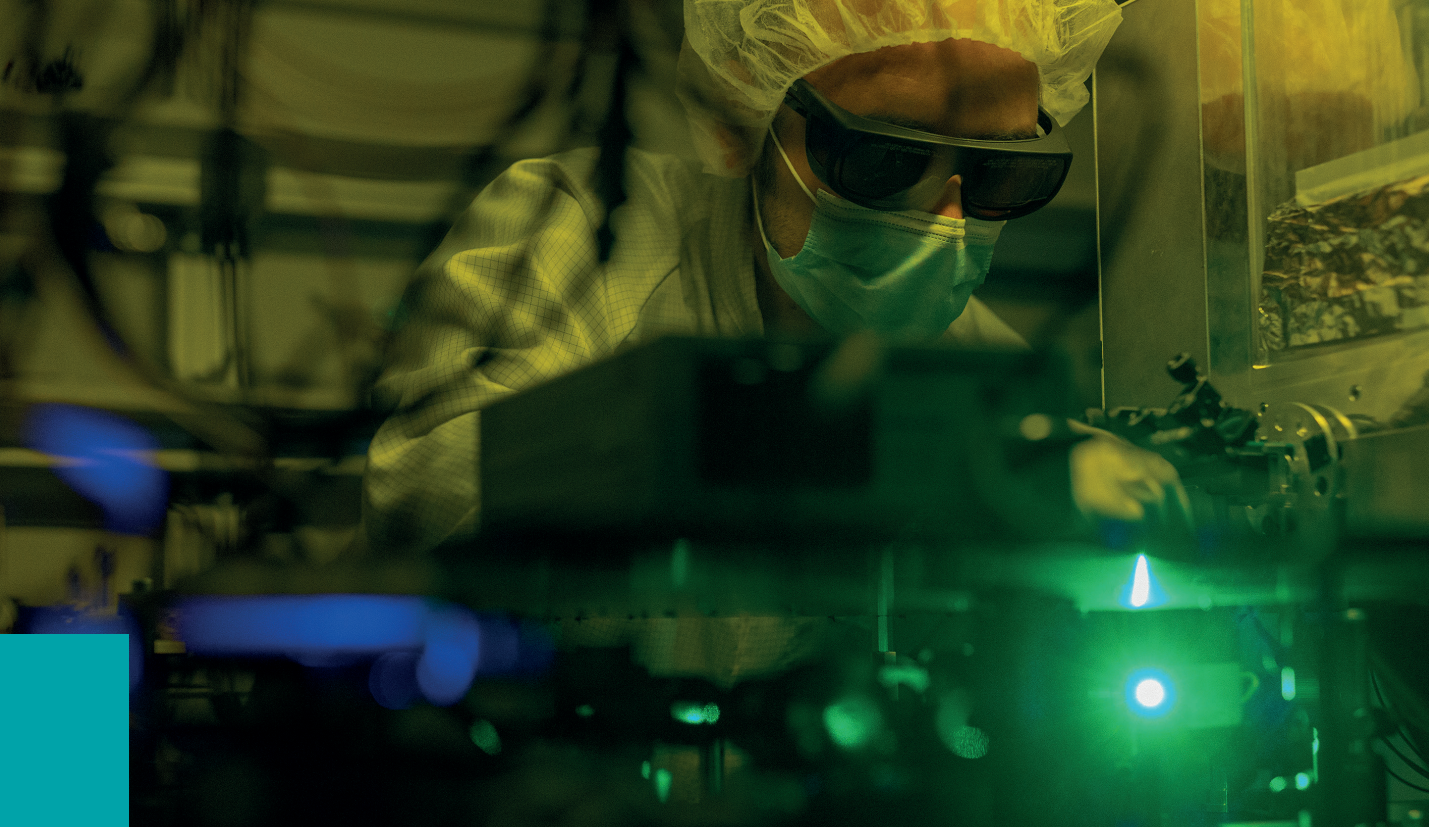
HOZDIĆ, Elvis, KOZJEK, Dominik, BUTALA, Peter. A cyber-physical approach to the management and control of manufacturing systems. Strojniški vestnik, 2020, vol. 66, no. 1, p. 61-70.

PROJEKTI

Erasmus + REACH - Reinforcing access to cross border employment at Palestinian higher education institutions-PHEIs. Rok Vrabič. 15.11.2019 - 14.11.2022

ERDF - European regional development fond SPS - Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future (GOSTOP). Rok Vrabič. 01.11.2016 - 30.04.2020

Obzorje 2020 - ROSIN ROS-Industrial quality-assured robot software components. Rok Vrabič. 01.01.2020 - 31.12.2020



Laboratorij za fotoniko in laserske sisteme **FOLAS**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Laserski viri • Vlakenski in hibridni laserji • Fotonika • Procesiranje optičnih vlaken • Lasersko transferno tiskanje • Lasersko mikro- in nanoprosesiranje • Laserski posegi in diagnostika v medicini • Hitra fotografija • Laserske interferometrične metode • Optodinamika

VODJA LABORATORIJA prof. dr. Rok Petkovšek

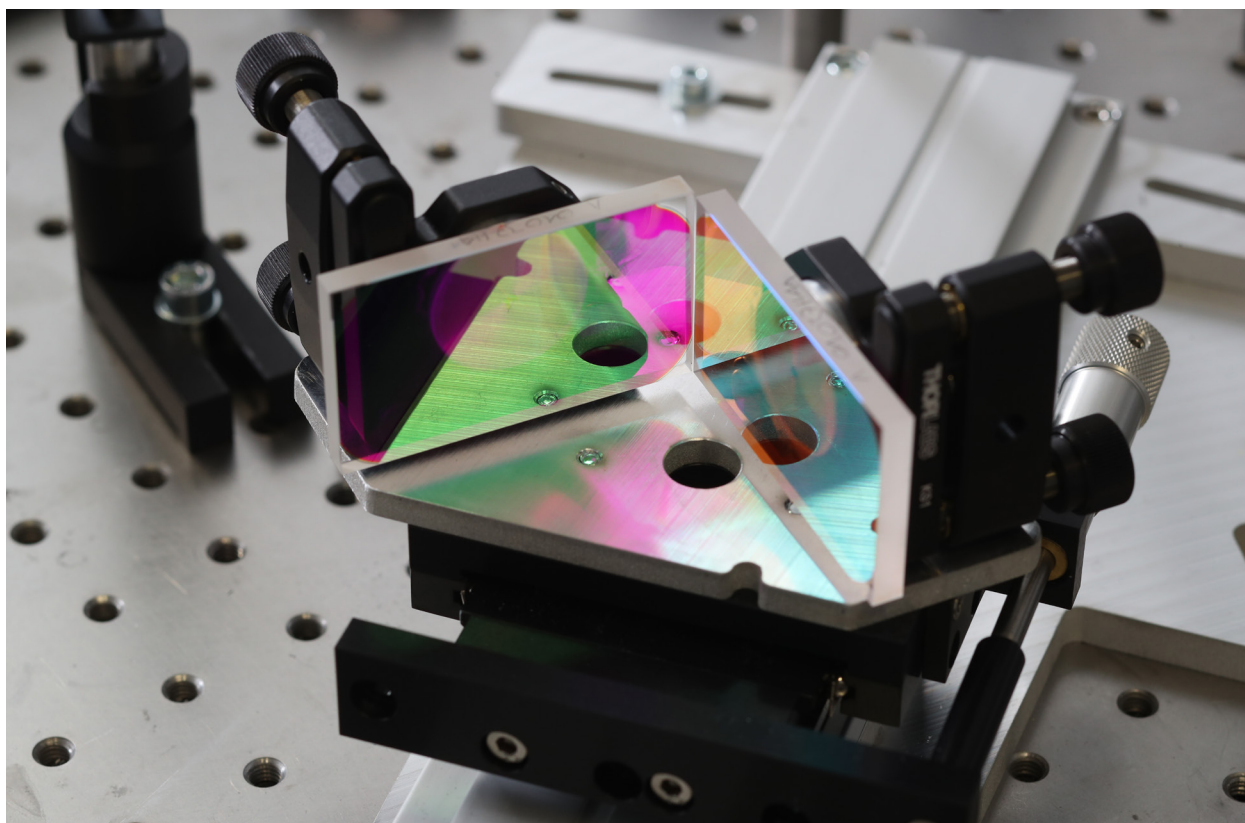
ČLANI LABORATORIJA doc. dr. Vid Agrež, viš. znan. sod. dr. Tomaž Požar, asist. dr. Darja Horvat, asist. dr. Žiga Lokar, asist. dr. Jaka Mur, asist. raz. dr. Jaka Petelin, asist. raz. dr. Uroš Orthaber, dr. Marko Šajn, asist. dr. Luka Černe, asist. Jernej Jan Kočica, asist. dr. Peter Šušnjar, asist. raz. Matevž Marš, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

POŽAR, Tomaž, PIRC, Žan, SUSIČ, Egon, PETKOVŠEK, Rok. Simplified detection of cavitation threshold in control valves. Applied acoustics, 2020, vol. 165, p. 1-6.

PODLIPEC, Rok, MUR, Jaka, PETELIN, Jaka, ŠTRANCAR, Janez, PETKOVŠEK, Rok. Two-photon retinal theranostics by adaptive compact laser source. Applied physics. A, Materials science & processing, 2020, vol. 126, no. 6, p. 1-9.

HORVAT, Darja, POŽAR, Tomaž, STARMAN, Bojan, HALILOVIČ, Miroslav, PETKOVŠEK, Rok. Pressure wave focusing effects following laser medical procedures in human eyes. Applied physics. A, Materials science & processing, 2020, vol. 126, no. 6, p. 1-9.



POŽAR, Tomaž, PETKOVŠEK, Rok. Cavitation induced by shock wave focusing in eye-like experimental configurations. *Biomedical optics express*, 2020, vol. 11, no. 1, p. 432-447.

ŠUŠNJAR, Peter, JONES, Travis, TREBINO, Rick, PETKOVŠEK, Rok. Crystal-configuration considerations for higher-sensitivity picosecond-pulse SHG FROG. *IEEE journal of quantum electronics*, 2020, vol. 56, no. 2, p. 1-8.

JONES, Travis, ŠUŠNJAR, Peter, PETKOVŠEK, Rok, TREBINO, Rick. High-sensitivity, simple frequency-resolved-optical-gating device. *IEEE journal of quantum electronics*, 2020, vol. 56, no. 3, p. 1-6.

FLIZIKOWSKI, G. A. S., ANGHINONI, B., ROHLING, J. H., BELANÇON, M. P., MENDES, R. S., BAESSO, Mauro L., MALACARNE, L. C., POŽAR, Tomaž, BIALKOWSKI, Stephen Edward, ASTRATH, Nelson Guilherme Castelli. Influence of edge effects on laser-induced surface displacement of opaque materials by photothermal interferometry. *Journal of applied physics*, 2020, vol. 128, no. 4, p. 1-10.

MUR, Jaka, MIKELJ, Aljaž, PODOBNIK, Boštjan, PETKOVŠEK, Rok. Precision fabrication of flexible microfluidic circuits using direct laser rapid prototyping solution. *Journal of micromechanics and microengineering*, 2020, vol. 30, no. 11, p. 1-8.

FLIZIKOWSKI, G. A. S., CAPELOTO, O. A., CAMARGO, V. G., ANGHINONI, B., BAESSO, Mauro L., MALACARNE, Luis Carlos, BELANÇON, M. P., POŽAR, Tomaž, ASTRATH, Nelson Guilherme Castelli. Laser induced thermoelastic surface displacement in solids detected simultaneously by photothermal mirror and interferometry. *Optics express*, 2020, vol. 28, no. 5, p. 7116-7124.

ČERNE, Luka, PETELIN, Jaka, PETKOVŠEK, Rok. Femtosecond CPA hybrid laser system with pulse-on-demand operation. *Optics express*, 2020, vol. 28, no. 6, p. 7875-7888.

AGREŽ, Vid, POŽAR, Tomaž, PETKOVŠEK, Rok. High-speed photography of shock waves with an adaptive illumination. *Optics letters*, 2020, vol. 45, no. 6, p. 1547-1550.

ORTHABER, Uroš, ZEVIK, Jure, PETKOVŠEK, Rok, DULAR, Matevž. Cavitation bubble collapse in a vicinity of a liquid-liquid interface: basic research into emulsification process. Ultrasonics Sonochemistry, 2020, vol. 68, p. 1-15.

PATENTI

AGREŽ, Vid, PETELIN, Jaka, PETKOVŠEK, Rok, VREČKO, Andrej. Enostaven laser z izboljšanim črpalnim sistemom za proizvodnjo laserskih pulzov na zahtevo: patent SI 25838 A, 2020-10-30. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2020.

DOKTORSKA DELA

ČERNE, Luka. Hibridni laser z ultrakratkimi bliski za visoko natančne obdelave v industriji. Mentor Rok Petkovšek.

ŠUŠNJAR, Peter. Visoko občutljivo merjenje pikosekundnih laserskih sunkov. Mentor Rok Petkovšek.

PROJEKTI

ERDF – European regional development fond SPS – Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future (GOSTOP). Rok Petkovšek. 01.11.2016 – 30.04.2020

LPKF – Laser micro-machining processes. Rok Petkovšek. 1.7.2017 – 30.6.2020

ARRS – Ultrakratki laserski pulzi na zahtevo. Rok Petkovšek. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS – Prostorsko in časovno oblikovanje laserske svetlobe za minimalno invazivne oftalmološke posege. Tomaž Požar. 1.7.2018 – 30.6.2021

ARRS – Visoko prilagodljivi vlakenski laserji velikih moči za uporabo v industriji. Vid Agrež. 1.5.2017 – 30.4.2020

NAGRADE IN DOSEŽKI

Jaka Mur in Uroš Orthaber sta prejela priznanji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani za kakovostne publikacije.

14

OPTODINAMIKA

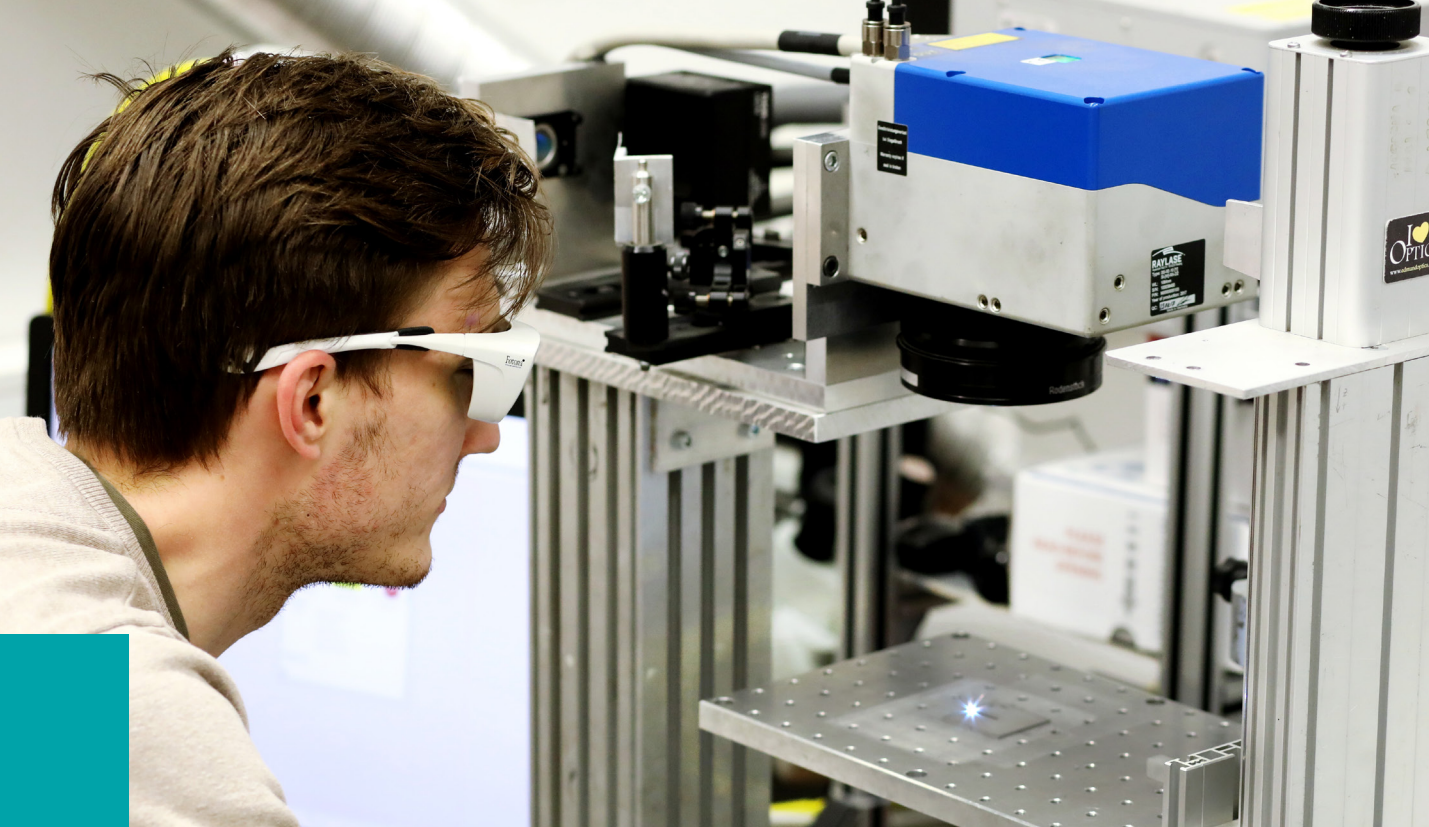
Optodinamika raziskuje dinamske vidike interakcije med svetlobo in snovjo, ki so osnova večine laserskih obdelovalnih procesov in laserskih medicinskih posegov. Ker so optodinamski odzivi pomemben vir informacij o interakciji med svetlobo in snovjo, je z njihovo sprotno detekcijo in analizo možno zagotoviti učinkovit nadzor nad vsemi laserskimi procesi.

Nedavno odkritje raziskovalcev programske skupine o značilnostih mehanskih valov pri odboju svetlobe je osnova za pomemben napredek tudi pri razreševanju dilem v zvezi z gibalno količino svetlobe v prozorni snovi. Temeljne raziskave optodinamike vodijo k novim aplikativnim raziskavam.

Program omogoča tudi razvoj novih pristopov pri raziskavah:

- lasersko povzročenega prenosa snovi;
- manipulacije nanodelcev;
- mikrofluidike;
- lasersko mikro- in nanoobdelav;
- lasersko podprtih neporušnih preiskav ter njihov prenos v prakso.

Program je usmerjen tudi v nadaljnji razvoj in optimizacijo novih, učinkovitejših in varnejših laserskih medicinskih sistemov. Rezultati programa so tesno povezani z magistrskimi in doktorskimi tezami Fakultete za strojništvo.



Laboratorij za lasersko tehniko **LASTEH**

RAZISKOVALNA PODROČJA

Laserske merilne metode • Laserska triangulacija • Vlakenski senzorji
 • Hitra fotografija • Interferometrija • Laserski obdelovalni procesi
 • Lasersko mikro- in nanostrukturiranje • Adaptivno krmiljenje laserskih
 procesov • Medicinski laserski posegi • Optodinamika

VODJA LABORATORIJA izr. prof. dr. Matija Jezeršek

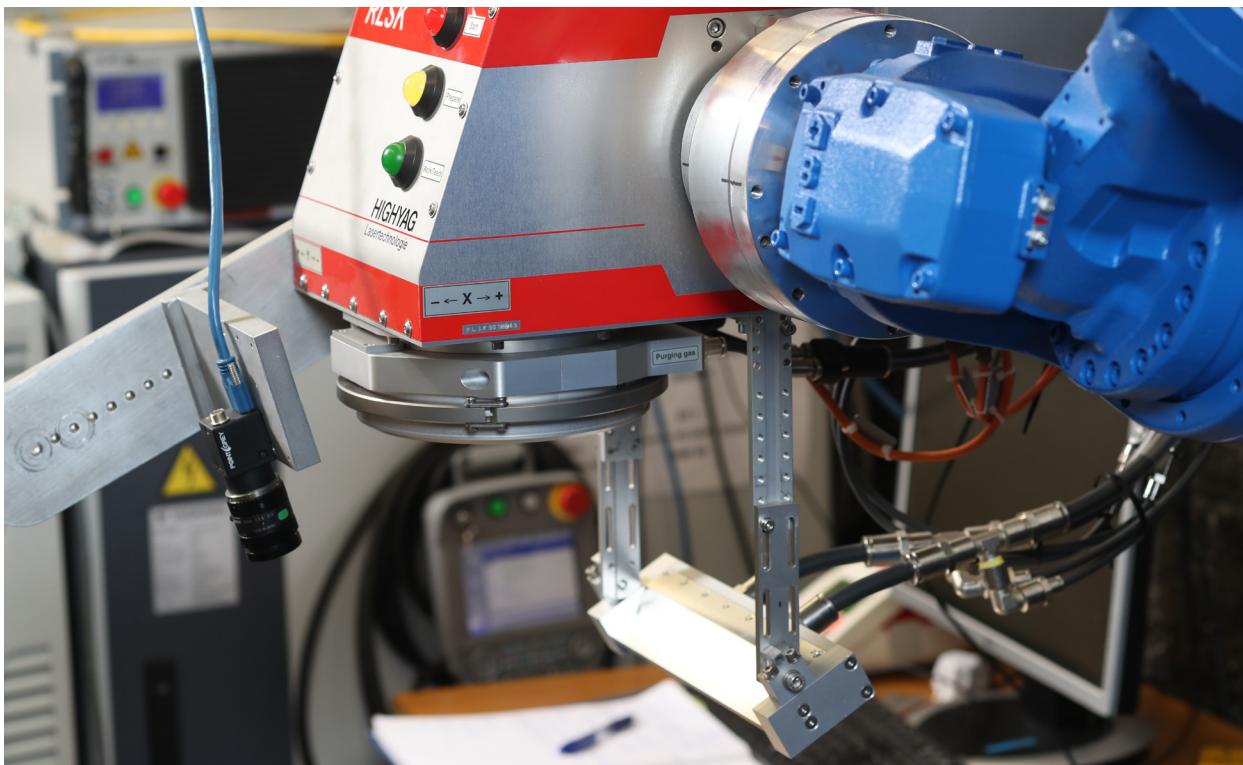
ČLANI LABORATORIJA izr. prof. dr. Peter Gregorčič, asist. dr. Aleš Babnik, asist. dr. Urban Pavlovčič, asist. raz. dr. Ladislav Grad, asist. raz. dr. Nejc Lukač, asist. raz. Luka Hribar, asist. raz. dr. Daniele Vella, asist. Jure Košir, asist. raz. Matjaž Kos, asist. Matej Senegačnik, Gaia Kravanja, Jasna Gornik

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

SENEGAČNIK, Matej, JEZERŠEK, Matija, GREGORČIČ, Peter. Propulsion effects after laser ablation in water, confined by different geometries. Applied physics. A, Materials science & processing, 2020, vol. 126, no. 2, p. 1-12.

PAVLOVČIČ, Urban, RAK, Gašper, HOČEVAR, Marko, JEZERŠEK, Matija. Ranging of turbulent water surfaces using a laser triangulation principle in a laboratory environment. Journal of hydraulic engineering, 2020, vol. 146, no. 8, p. 1-10.

Matija Jezeršek, Nejc Lukač, Matjaž Lukač, "Measurement of simulated debris removal rates in an artificial root canal to optimize laser-activated irrigation parameters", Lasers surg. med., p. 1-7, 2020.



SEDOVA, Anastasiya, VIŠIĆ, Bojana, VELLA, Daniele, VEGA MAYORAL, Victor, GADERMAIER, Christoph, DODIUK, Hanna, KENIG, Samuel, TENNE, Reshef, GVISHI, Raz, BAR, Galit. Silica aerogels as hosting matrices for WS₂ nanotubes and their optical characterization. *Journal of Materials Science*, 2020, vol. 55, p. 7612-7623.

LUKAČ, Matjaž, LUKAČ, Nejc, JEZERŠEK, Matija. Characteristics of bubble oscillations during laser-activated irrigation of root canals and method of improvement. *Lasers in surgery and medicine*, 2020, vol. 52, no. 9, p. 907-915.

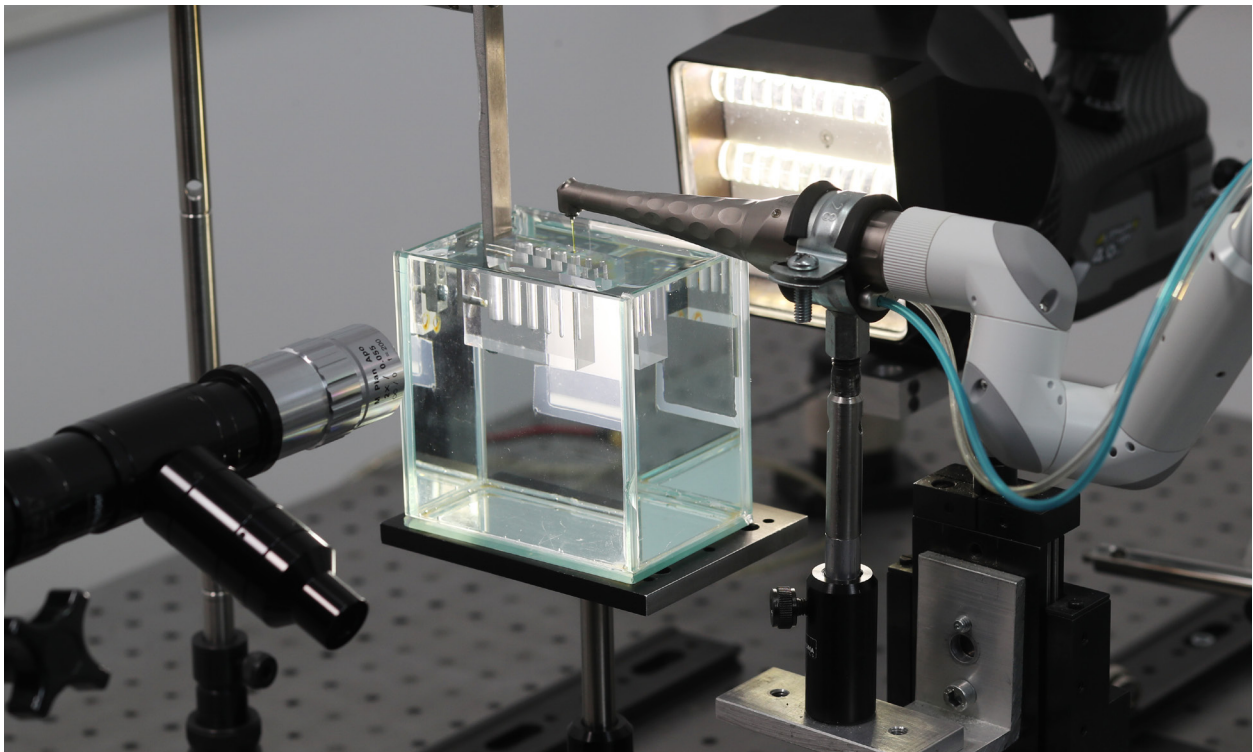
LINARDY, Eric, YADAV, Dinesh, VELLA, Daniele, VERZHBITSKIY, Ivan, WATANABE, Kenji, TANIGUCHI, Takashi, PAULY, Fabian, TRUSHIN, Maxim, EDA, Goki. Harnessing exciton-exciton annihilation in two-dimensional semiconductors. *Nano letters*, 2020, vol. 20, no. 3, p. 1647-1653.

JEZERŠEK, Matija, LUKAČ, Nejc, LUKAČ, Matjaž, TENYI, Ana, OLIVI, Giovanni, FIDLER, Aleš. Measurement of pressures generated in root canal during Er:YAG laser-activated irrigation. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*, 2020, vol. 38, no. 10, p. 625-631.

KOŠIR, Jure, VELLA, Daniele, JEZERŠEK, Matija. Non-contact monitoring of the depth temperature profile for medical laser scanning technologies. *Scientific reports*, 2020, vol. 10, f. 1-10.

BOŽIČ, Alex, KOS, Matjaž, JEZERŠEK, Matija. Power control during remote laser welding using a convolutional neural network. *Sensors*, 2020, vol. 20, no. 22, p. 1-15.

HOČEVAR, Matej, ŠETINA, Barbara, GODEC, Matjaž, KONONENKO, Veno, DROBNE, Damjana, GREGORČIČ, Peter. The interaction between the osteosarcoma cell and stainless steel surface, modified by high-fluence, nanosecond laser pulses. *Surface & coatings technology*, 2020, vol. 394, p. 1-12.



PATENTI

JEZERŠEK, Matija, MOŽINA, Janez, DIACI, Janez, KOSLER, Hubert. System and method for laser processing = Verfahren und Vorrichtung zur Laserbearbeitung = Système et procédé de traitement laser: European patent specification EP 3 124 163 B1, 2020-04-22. Munich: European patent office, 2020.

DOKTORSKA DELA

POGAČAR, Marko. Adaptivni laserski zapis absolutne pozicijske oznake na jekleno merilno palico. Mentor Matija Jezeršek.

PROJEKTI

Podjetje Fotona – Research and development of laser medical systems. Matija Jezeršek. 1.9.2018 – 1.9.2021

ERDF – European regional development fond SPS – Building Blocks, Tools and Systems for Factories of the Future (GOSTOP). Matija Jezeršek. 01.11.2016 – 30.04.2020

ARRS – Lasersko vzbujena podpovršinska mikroadstrukcija tkiva (LasDes). Matija Jezeršek. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS – Kombinirano multispektralno in termografsko slikanje za presejanje in spremljanje artritisa malih sklepov. Matija Jezeršek. 1.5.2017 – 30.4.2020

ARRS – Lasersko mikro in nanostrukturiranje za razvoj biomimetičnih kovinskih površin z edinstvenimi lastnostmi (LaMiNaS). Peter Gregorčič. 1.7.2019 – 30.6.2022

ARRS – Nova biorazgradljiva Fe-Mn zlitina izdelana z konvencionalnim postopkom in s postopkom dodatnih tehnologij s prilagojeno biorazgradljivostjo. Peter Gregorčič. 1.7.2019 – 30.6.2022

Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport - Laser Process Research for the Clinics of the Future. Matija Jezeršek. 1.05.2019 - 31.03.2022.



ENOTA ZA DOPOLNILNA ZNANJA EDZ

Na Fakulteti za strojništvo deluje tudi Enota za dopolnilna znanja, ki ni del raziskovalnih skupin, vendar deluje samostojno kot organizacijska enota. Enota za dopolnilna znanja zaobjema področji matematike ter športa kot ključna dopolnjujoča dejavnika pedagoškega procesa.



Photo: Ana Kregar

Enota za dopolnilna znanja EDZ

ČLANI Jože Bratuž, Žiga Bratuž, Iztok Novak

AKTIVNOSTI ENOTE ZA DOPOLNILNA ZNANJA V 2020

Epidemija COVID-19 je močno vplivala na področje športa pri študentih. Aktivnosti Enote za dopolnilna znanja so bile v letu 2020 zato prilagojene posebnim pogojem.

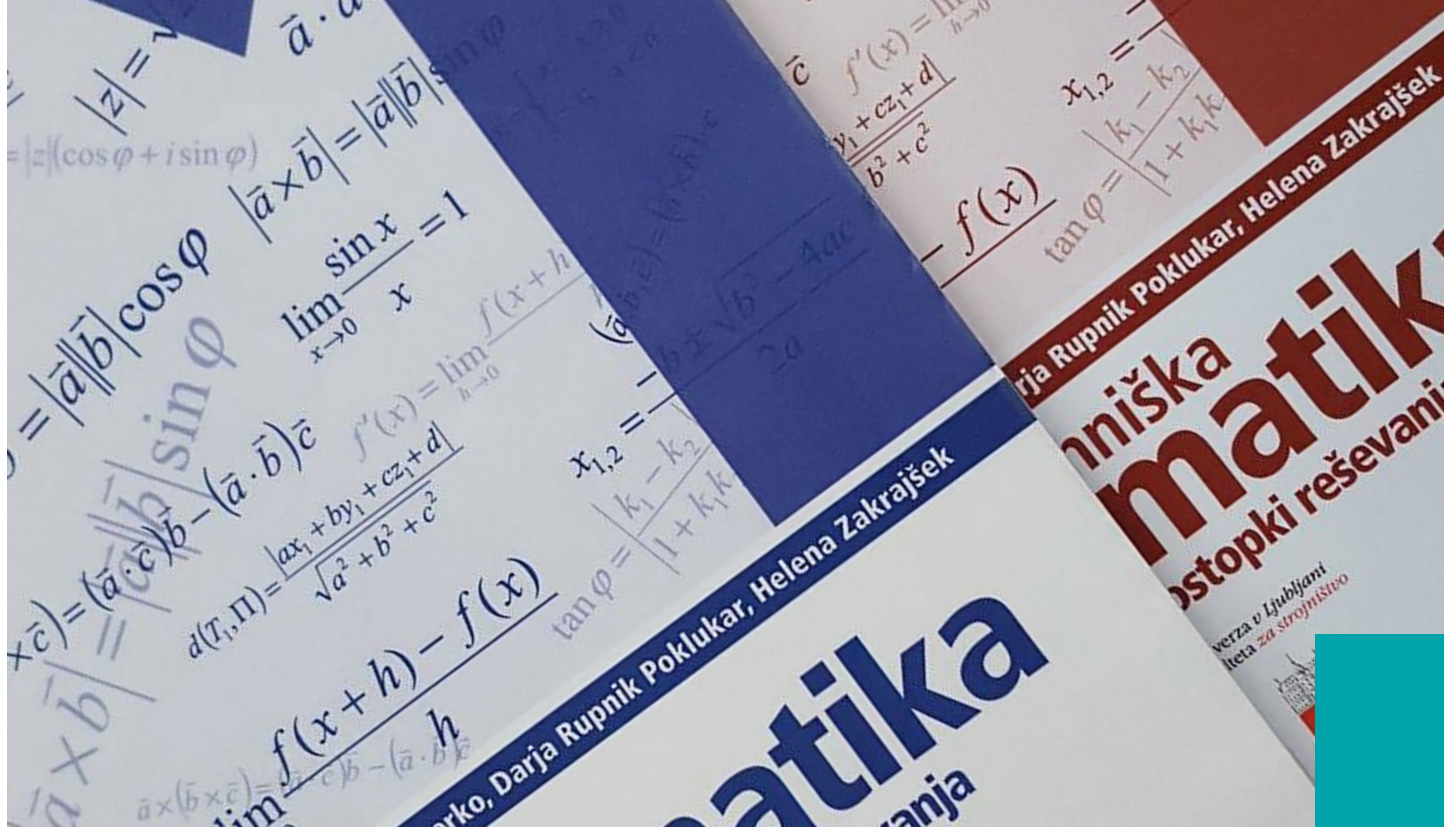
- Od marca do maja so študenti visokošolskim učiteljem športa pošiljali različno gradivo, s katerim so dokazali, da so se ukvarjali z individualnimi športnimi aktivnostmi.
- Poleti so bile izvedene nekatere športne aktivnosti, ki potekajo na prostem, in Cooperjev test.
- Oktobra so bile športne aktivnosti organizirane na hibriden način. Izvedli smo aktivnosti, ki potekajo v notranjosti (namizni tenis, badminton in fitnes), ter ob tem pazili na ustrezno distanco med študenti, ter hojo. Študenti so imeli možnost 50 % obveznosti opraviti z individualnimi

športnimi aktivnostmi.

- Od 16. oktobra do konca leta, ko je bila ponovno razglašena epidemija, so se študenti s športnimi aktivnostmi ukvarjali doma. Po dogovoru s Fakulteto za farmacijo so bile skupinske vadbe organizirane trikrat tedensko prek Zooma. Študenti so bili sicer vpeti v različne aktivnosti: hojo, tek, kolesarjenje in treningi za moč. Vsakotredensko so morali oddati dokazila o opravljeni obveznosti, pri čemer so si pomagali z moderno tehnologijo (športne ure, aplikacije na pametnih telefonih). Učitelji so bili študentom za nasvete dosegljivi vsak dan.
- Zaradi epidemije so bila odpovedana številna tekmovanja, nekateri študenti pa so se vseeno uspeli udeležiti določenih tekmovanj.

NAJBOLJŠI DOSEŽKI ŠTUDENTOV FS NA TEKMOVANJIH 2020:

3. mesto	namizni nogomet	Gregor Menih in Jan Tomec
4. mesto v skupini B	nogomet	ekipa
2. mesto v skupini B	košarka	ekipa
1. mesto v skupini B	odbojka	ekipa



Raziskovalna skupina za matematiko **RSMAT**

VODJA SKUPINE prof. ddr. Janez Žerovnik

ČLANI SKUPINE doc. dr. Aljoša Peperko, doc. dr. Boštjan Gabrovšek, asist. dr. Tina Novak, doc. dr. Darja Rupnik Poklukar, asist. dr. Helena Zakrajšek, Teja Pirnat

ZNANSTVENE OBJAVE V REVIJAH

BANIČ, Iztok, ŽEROVNIK, Janez. On median and quartile sets of ordered random variables. The art of discrete and applied mathematics, 2020, vol. 3, no. 2, p. 1-18.

GABROVŠEK, Boštjan, HORVAT, Eva. The Alexander polynomial for closed braids in lens spaces. Journal of Pure and Applied Algebra, 2020, vol. 224, no. 6, p. 1-8.

ABRAMOV, Sergei A., PETKOVŠEK, Marko, ZAKRAJŠEK, Helena. Convolutions of Liouvillian sequences. Journal of symbolic computation, 2020, vol. 101, p. 73-89.

HRASTNIK LADINEK, Irena, ŽEROVNIK, Janez. On $L(d; 1)$ -Labelling of Trees. Mathematics interdisciplinary research, 2020, vol. 5, no. 2, p. 87-102.

GABROVŠEK, Boštjan, PEPERKO, Aljoša, ŽEROVNIK, Janez. Independent rainbow domination numbers of generalized Petersen graphs $P(n,2)$ and $P(n,3)$. Mathematics, 2020, vol. 8, no. 6, p. 1-13.

GABROVŠEK, Boštjan, NOVAK, Tina, POVH, Janez, RUPNIK POKLUKAR, Darja, ŽEROVNIK, Janez. Multiple Hungarian method for k -assignment problem. Mathematics, 2020, vol. 8, no. 11, p. 1-18.

CANKAR, Gašper, ŽEROVNIK, Janez. Primerljivost dosežkov na osnovni in višji ravni izpita iz matematike na splošni maturi = Comparability of achievement at basic and higher level of mathematics at general matura. Psihološka obzorja: slovenska znanstveno-strokovna psihološka revija, 2020, vol. 29, p. 158-169.

PUSTAVRH, Jan, PEPERKO, Aljoša, MAJDIČ, Franc. Razvoj in raziskave prototipa Stewartove

ploščadi. Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2020, vol. 26, no. 4, p. 264-271.

RECENZIRANI UČBENIKI

NOVAK, Tina, POVH, Janez, ŽEROVNIK, Janez. Izbrana poglavja iz operacijskih raziskav. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2020.

PROJEKTI

COST CA18232 - Mathematical models for interacting dynamics on networks. Aljoša Peperko. 04.10.2019 - 03.10.2023

ARRS - Stohastični modeli za logistiko proizvodnih procesov. Janez Žerovnik. 1.9.2020 - 31.8.2023

ODMEVNI DOGODKI

Strojništvo ponuja veliko možnosti za udejstvovanje in priložnosti za izdelavo kreativnih rešitev, ki so uporabne in zanimive za človeka in okolje, v katerem živi. Poslanstvo inženirjev strojništva je pretvarjanje idej v izdelke, ki omogočajo soustvarjati sodobno resničnost. Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani aktivno sledi sodobnim trendom, promovira strojništvo v vseh pojavnih oblikah, organizira dogodke in konference, izvaja delavnice in izdaja periodične publikacije. Fakulteta s svojim aktivnim delovanjem v javnosti popularizira strojništvo in širi zavest o pomembnosti tehniških ved v vsakdanjem življenju.

INFORMATIVA

Enkrat letno, pred informativnimi dnevi, se odvije Informativa – sejem izobraževanja in poklicev, ki na enem mestu ponuja pregled na vsemi izobraževalnimi programi (vse od srednješolskih, višje- in visokošolskih ter podiplomskih, dodatnih izobraževanj, jezikovnih tečajev, vseživljenjskega učenja itd.) v Sloveniji in tujini. Na Informativi vsako leto sodeluje tudi Fakulteta za strojništvo, ki se predstavi kot del Univerze v Ljubljani.



PROMOCIJA FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO V SREDNJIH ŠOLAH IN GIMNAZIJAH

Fakulteta za strojništvo posebno pozornost nameni promociji strojništva v srednjih šolah in gimnazijah, da bi mladim predstavila, kako pomembno je področje, ki ga pokriva. Predstavitve FS vsako leto potekajo na več kot 20 srednjih šolah in gimnazijah. S pridružitvijo projektu Inženirke in inženirji bomo! se je navdušenje mladih za inženirstvo, tehnologijo in inovacije še povečalo. Do konca leta 2020 smo kljub epidemiji COVID-19 uspeli izvesti več spletnih predstavitev FS v srednjih šolah in gimnazijah.



ALUMNI KLUB

V letu 2020 je Alumni klub Fakultete za strojništvo v sodelovanju s Cankarjevim domom organiziral predavanji Hidravlika od antike do danes in Konstrukterstvo od antike do danes, ki sta potekali skupaj z razstavo Znanost in tehnologija antične Grčije. Predavanji sta pokazali, da je to odličen način, kako ostati v stiku z alumni in hkrati pridobiti vpogled v preteklost in prihodnost strojništva. Predavanji sta spodbudili številne znanstvene razprave in izpostavili pomen strojništva za slovensko družbo, njegove dosežke in anomalije, ki zavirajo razvoj strojništva in posledično tudi celotne slovenske družbe.



POLETNA ŠOLA STROJNIŠTVA

Strojništvo je kreativno – kar hočemo pokazati tudi učencem od 6. razreda osnovne šole do 3. letnika srednje šole. Vsak avgust zato organiziramo Poletno šolo strojništva. Leta 2020 smo poletno šolo izvedli že sedmič, kar nakazuje, da postaja že tradicionalna. Kljub novemu koronavirusu samo zabeležili rekordno udeležbo (82 udeležencev – od tega 15 % deklet). Na Poletni šoli strojništva smo udeležence razdelili v manjše skupine, ki so se udeležile različnih delavnic: hidravlična roka, 3D tiskanje, prenosna vremenska postaja, izdelava letalnika na daljinsko upravljanje, USB hlajenje pijače in zraka. Udeleženci so se naučili, kako izdelati določen produkt, ki so ga po koncu šole lahko odnesli s seboj.



ŠTUDENTSKA TEHNIŠKA KONFERENCA - ŠTeKam

Vsak september omogočimo mladim, da naredijo prvi korak v svet znanosti s predstavitvijo projektne naloge na študentski tehniški konferenci ŠTeKam. Konferenca je odprtega tipa, kar pomeni, da lahko sodelujejo študenti z vseh fakultet. V letu 2020 smo omogočili sodelovanje tudi dijakom zadnjega letnika srednjih šol in gimnazij. Udeleženci konference lahko udeležbo uveljavijo kot izjemen dosežek pri prošnji za pridobitev Zoisove štipendije. Vsi predstavljeni prispevki so objavljeni v zborniku konference in vpisani v sistem Cobiss pod tipologijo Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci.



DNEVI STROJNIŠTVA

Dnevni strojništva potekajo vsak september v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri pri Vrhniki. Obiskovalci dobijo vpogled v atraktiven svet inženirstva. Med tednom je program namenjen predvsem skupinam učencev od 6. do 9. razreda ter dijakom, v nedeljo pa so vrata v svet strojništva odprta vsem obiskovalcem. Ti imajo možnost videti izjemne projekte študentov strojništva in uveljavljenih strokovnjakov s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani ter se poučiti o zanimivih podrobnostih o brezpilotnih letalih, avtomatizirani diagnostiki, študentski formuli, akustični emisiji, napovedovanju vremena, tribologiji in številnih drugih tehnologijah.



NOČ IMA SVOJO MOČ

V letu 2020 se je odvila tradicionalna Noč raziskovalcev, v okviru katere se za cel dan odprejo vrata vseh znanstvenih in raziskovalnih institucij v Evropi. Noči raziskovalcev se je pridružila tudi Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani. V okviru aktivnosti Znanstveni ekspres je dr. Franci Pušavec podrobneje predstavil tematiko odrezovalnih procesov in 3D tiska.



RAZSTAVA NA KRAKOVSKEM NASIPU

V sodelovanju z Javnim zavodom Turizem Ljubljana smo na Krakovskem nasipu ob Ljubljani pripravili razstavo izbranih utrinkov raziskovalne dejavnosti Fakultete za strojništvo. Z razstavljenimi fotografijami smo želeli prikazati širino delovanja fakultete in predstaviti svoja prizadevanja, predvsem na področju okoljske problematike in gospodarskega razvoja. Razstava je bila zasnovana na atraktiven in razumljiv način ter je obiskovalce presenetila tako z estetskega kot znanstvenega zornega kota.



VIRTUALNI KARIERNI SEJEM

V letu 2020 je Fakulteta za strojništvo prvič sodelovala na Virtualnem kariernem sejmu, ki je potekal kar pol leta in vsebinsko pokrival vse potrebe iskanja ključnih informacij in podpore pri izbiri nadaljnje izobraževalne poti.



RAZSTAVA NATEČAJNIH REŠITEV ZA NOVA OBJEKTA FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO IN FAKULTETE ZA FARMACIJO

V družbi pomembnih predstavnikov s področja znanosti in izobraževanja, se je 2. julija 2020 odprla razstava natečajnih elaboratov za izbiro strokovno najprimernejših predlogov za nova objekta Fakultete za farmacijo in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, ki ponuja uvid v prihodnost obeh fakultet. Razstava je nastala ob zaključku javnih natečajev za urbanizem in arhitekturo, na katerih je Fakulteta za strojništvo izbrala rešitev ateljeja Sadar+Vuga, ki ponuja inovativno, atraktivno, prepoznavno, sodobno, funkcionalno in predvsem izvedbeno utemeljeno rešitev.

