



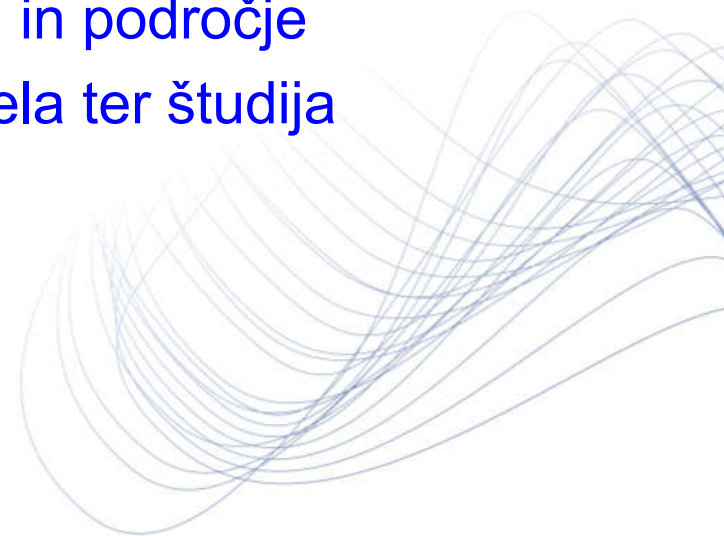
Predstavitev študijske smeri

Snovanje, Obratovanje in Vzdrževanje - SOV

Značilnosti smeri, laboratoriji in področje raziskovanj in projektne dela ter študija (2021/22)

doc. dr. Samo Zupan

Ljubljana, maj 2021



SNOVANJE, OBRATOVANJE, VZDRŽEVANJE (SOV)

Realizacija znanja s področja strojništva kot sinergija vseh znanj in usposobljenost za realizacijo...



KOMPETENCE

Imeti POGUM in ZNANJE za snovanje (razvoj) novih izdelkov!

Pridobitev ZNANJ, ki jih ta smer omogoča:

- Znanja za sistematično snovanje izdelkov in sistemov
- Računalniško modeliranje in analize ter simulacije
- Specialna konstrukcijska znanja (strojni elementi, sklopi...)
- Preizkušanje in validiranje izdelkov in sistemov, robustno konstruiranje z načrtovanjem eksperimentov...
- Vrednotenje in optimiranje struktur, elementov in sklopov
- Ekonomika razvoja
- Fizični prototipi



PREDMETI (SOV = S2)

https://www.fs.uni-lj.si/studijska_dejavnost/studijski_programi/prva_stopnja_pap/predmetnik_2021-22/

Tipični predmeti SOV

2. LETNIK (NEPRENOVLJENI PROGRAM)

Študijski program se v 3. semestru v 2. letniku razdeli na pet smeri:

- Energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo - EPO
- Snovanje, obratovanje in vzdrževanje - SOV
- Proizvodno strojništvo - PRS
- Mehatronika - MEH
- Letalstvo - LET

OBVEZNI PREDMET SMERI S1

- Energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo - EPO: [Energetska proizvodnja](#)
- Snovanje, obratovanje in vzdrževanje - **SOV: [Postopki konstruiranja](#)**
- Proizvodno strojništvo - PRS: [Tehnologija odrezavanja](#)
- Mehatronika - MEH: [Postopki konstruiranja](#)
- Letalstvo - LET: [Letalski instrumenti](#)

3. semester - Skupni predmeti										
Zap. št.	Učna enota	Nosilec			Kontaktne ure			Sam. delo študenta	Ure skupaj	ECTS
			Pred.	Sem.	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. š.			
012	Inženirska gradiva	Roman Šturm	45		30			50	125	5
013	Tehniška termodinamika 1	Andrej Bombač	45		30			75	150	6
014	Tehniška mehanika 2	Miha Boltežar / Janko Slavič	60		45			95	200	8
015	Strojni elementi 1	Marko Nagode / Jernej Klemenc	45		30			75	150	6
	Obvezni predmet smeri S1		30		30			65	125	5
SKUPAJ 4			225		165			360	750	30



PREDMETI (SOV = S2)

https://www.fs.uni-lj.si/studijska_dejavnost/studijski_programi/prva_stopnja_pap/predmetnik_2021-22/

Tipični predmeti SOV

4. semester										
Zap. št.	Učna enota	Nosilec			Kontaktne ure			Sam. delo študenta	Ure skupaj	ECTS
			Pred.	Sem.	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. š.			
016	<u>Prenos toplote in snovi</u>	Andrej Kitanovski	30		30			65	125	5
017	<u>Strojni elementi 2</u>	Marko Nagode / Jernej Klemenc	45		30			50	125	5
018	<u>Programiranje in numerične metode</u>	Janko Slavič	30		30			65	125	5
019	<u>Osnove krmiljenja</u>	Primož Podržaj	30		30			65	125	5
	<u>Obvezni predmet smeri S2</u>		30		30			65	125	5
	Obvezni predmet smeri S3		30		30			65	125	5
SKUPAJ 4			195		180			375	750	30
DELEŽ 4			26%		24%			50%	100%	100%

OBVEZNI PREDMET SMERI S2 IN S3

- Energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo - EPO: Tehniška termodinamika 2, Energetska oskrba
- Snovanje, obratovanje in vzdrževanje - SOV: Efektivnost proizvodov, Tehniška mehanika 3 ali Osnove MKE analiz
- Proizvodno strojništvo - PRS: Tehnologija materialov, Tehnologija preoblikovanja
- Mehatronika - MEH: Programirljivi logični krmilniki, Osnove programskega inženirstva
- Letalstvo - LET: Letalska aeromehanika in letalske konstrukcije, Letalska meteorologija ali Neporušne preiskave



PREDMETI (SOV = S2)

[https://www.fs.uni-lj.si/studijska dejavnost/studijski programi/prva stopnja pap/predmetnik 2021-22/](https://www.fs.uni-lj.si/studijska_dejavnost/studijski_programi/prva_stopnja_pap/predmetnik_2021-22/)

3. LETNIK (NEPRENOVLJENI PROGRAM)

Študijski program se v 5. semestru v 3. letniku razdeli na usmeritve:

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
- Tehnologije spajanja
- Vodenje proizvodnje

Mehatronika - MEH:

- Mehatronika

Letalstvo - LET:

- Prometni pilot letala/helikopterja
- Snovanje in vzdrževanje letal

Tipični predmeti SOV

SOV - Transportni in delovni stroji: Nosilne konstrukcije, Delovni stroji, Pogonski sklopi
SOV - Mobilna tehnika: Mehanizmi, Vozila, Logistika prometa
SOV - Upravljanje tehničnih sistemov: Tehnična diagnostika, Delovni stroji, Pogonski sklop



PREDMETI (SOV = S2)

https://www.fs.uni-lj.si/studijska_dejavnost/studijski_programi/prva_stopnja_pap/predmetnik_2021-22/

SNOVANJE, OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE

Transportni in delovni stroji							
Št.	Šifra	Ime predmeta		Vrsta	Sem.	ECTS	Nosilec
1	3061	<u>Hidravlika in pnevmatika</u>	obvezni	S4	Z	5	Franc Majdič
2	3062	<u>Investicijski inženiring in vodenje projektov</u>	obvezni	S5	Z	5	Janez Kušar
3	3063	<u>Nosilne konstrukcije</u>	obvezni	M1	Z	4	Boris Jerman
4	3066	<u>Delovni stroji</u>	obvezni	M2	Z	4	Janez Benedičič/Rajko Bernik/Roman Žavbi
5	3068	<u>Pogonski sklopi</u>	obvezni	M3	L	5	Mitjan Kalin/Bojan Podgornik
6	3135	<u>Praktično usposabljanje</u>	obvezni	-	L	8	Učitelji v programu
7	3136	<u>Diplomsko delo</u>	obvezni	-	L	12	Učitelji v programu
8		<u>Mehanika nekovinskih gradiv ali Tehnologije vzdrževanja</u>	izbirni	P1	Z	4	Lidija Slemenik Perše ali Mitjan Kalin/Marko Polajnar
9		<u>Konstrukcijska gradiva</u>	izbirni	P2	Z	4	Roman Šturm
10		<u>Transmisije vozil</u>	izbirni	01	Z	4	Jernej Klemenc / Simon Oman
11		<u>Logistika prometa</u>	obvezni	02	L	5	Miha Ambrož / Robert Kunc

3. Letnik Tipični predmeti SOV

SNOVANJE, OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE

Mobilna tehnika							
Št.	Šifra	Ime predmeta		Vrsta	Sem.	ECTS	Nosilec
1	3061	<u>Hidravlika in pnevmatika</u>	obvezni	S4	Z	5	Franc Majdič
2	3062	<u>Investicijski inženiring in vodenje projektov</u>	obvezni	S5	Z	5	Janez Kušar
3	3064	<u>Mehanizmi</u>	obvezni	M1	Z	4	Robert Kunc /Samo Zupan
4	3067	<u>Vozila</u>	obvezni	M2	Z	4	Robert Kunc / Miha Ambrož
5	3069	<u>Logistika prometa</u>	obvezni	M3	L	5	Miha Ambrož / Robert Kunc
6	3135	<u>Praktično usposabljanje</u>	obvezni	-	L	8	Učitelji v programu
7	3136	<u>Diplomsko delo</u>	obvezni	-	L	12	Učitelji v programu
8		Izbirni predmet programa P1- <u>Mehanika nekovinskih gradiv</u> ali <u>Tehnologije vzdrževanja</u>	izbirni	P1	Z	4	Lidija Slemenik P. ali Mitjan Kalin/Marko Polajnar
9		<u>Varjene konstrukcije</u>	izbirni	P2	Z	4	Boris Jerman
10		<u>Transmisije vozil</u>	izbirni	01	Z	4	Jernej Klemenc/ Simon Oman
11		<u>Pogonski sklopi</u>	obvezni	M3	L	5	Mitjan Kalin / Bojan Podgornik



Laboratoriji, raziskovalna področja, projekti

- TINT
- LASEM
- LAVEK
- LeCAD
- LaMEK...

Možnosti za vključevanje v delo na različnih projektih, izdelava zaključnih nalog...





TINT – Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo

Prof. dr. Mitjan Kalin, predstojnik katedre, vodja TINT

Ukvarjamo se z mehanizmi trenja, obrabe in mazanja. Smo specializirani za preučevanje kontaktov, interakcij med mazivi in površinami in reševanje industrijskih konstrukcijskih problemov na podlagi mikro- in nano-tehnologij.

- ✓ V predavanja vključujemo priznane domače in tuje strokovnjake in znanosti/tujih univerz in industrije.
- ✓ Vodimo številne raziskovalne in industrijske projekte, ki so neposredno vezani na tematike predmetov (možnosti študentov na projektih).
- ✓ Vse vaje so v veliki meri laboratorijske, npr.:
 - Mehanski prenosniki moči – Razdiranje in meritve menjalnika, preizkusi na zobniških preizkuševališčih,...
 - Nanotehnologije – Spoznavanje in uporaba naprav za delo na nano-nivoju (optični interferometer, mikroskop na atomsko silo, omočljivosti in površinske energije,...)



Aktualni projekti laboratorija



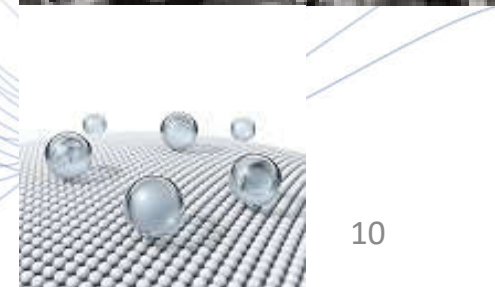
Tribologija
in površinska
nanotehnologija

**Laboratorij
za
tribologijo
in
površinsko
nano
tehnologijo**

Prof. dr.
Mitjan Kalin

- Polimerni zobniki za aktuatorje z daljšo dobo trajanja in manjšo obrabo,
- Okolju prijazna zelena tehnologija mazanja na osnovi nanoinženiringa za trajnostno visokozmogljivo štancanje
- Okolju prijazne, visoko zmogljive ter nizkotorne kontaktne površine, prilagojene reaktivnosti izboljšanih DLC-prevlek z ionskimi tekočinami za hidravlične sisteme
- Izboljšana zaščita površin pred obrabo z uporabo nanodelcev za motorna maziva in maziva za preoblikovanje.
- Nove zdrsne lastnosti površin, prilagojene za EHD kontakte z nižjim trenjem v ležajih in zobnikih.

Vsi projekti potekajo v sodelovanju z industrijskimi partnerji iz Slovenije in tujine.





Raziskovalna področja laboratorija

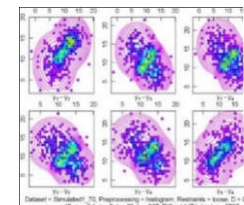
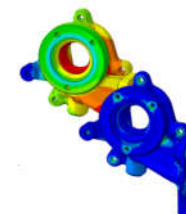
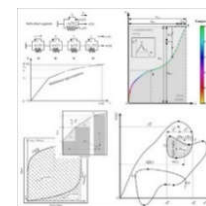
Raziskovalna področja laboratorija:

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

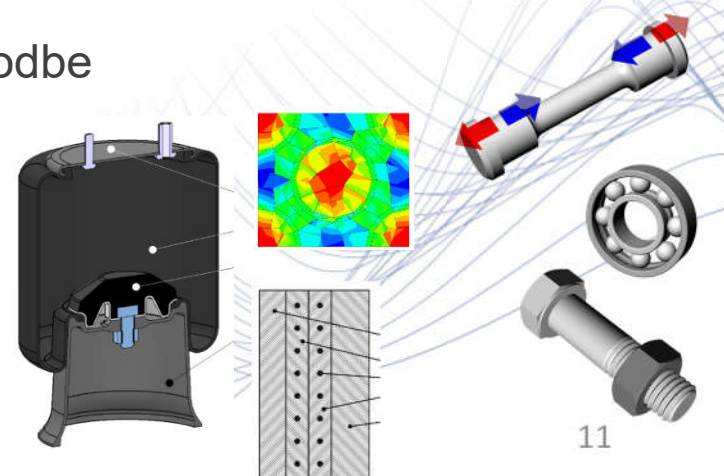
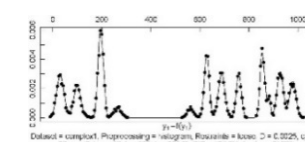
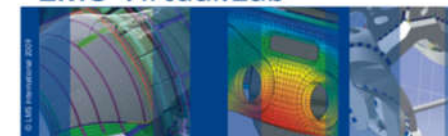
- **Klasifikacija mešanih končnih porazdelitev.** Programski paket REBMIX. Uporaba v strojništvu in širše.

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

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



LMS Virtual.Lab





Projektno delo laboratorija

Laboratorij sodeluje s podjetji iz mednarodne ter domače raziskovalne in industrijske mreže:

- Sodelovanje s **Siemens** in **SIP** na področju utrujanja kovinskih gradiv.
- Sodelovanje s **Zhejiang University** na področju REBMIX algoritma.
- Sodelovanje s **Continental** na področju utrujanja elastomerov in elastomernih kompozitov.
- Sodelovanje s **TxIS** in **več slovenskimi podjetji** pri razvoju novih visoko-tehnoloških izdelkov.



Projektno delo laboratorija

Laboratorij sodeluje s podjetji iz mednarodne ter domače raziskovalne in industrijske mreže:

- Sodelovanje s **Siemens** in **SIP** na področju utrujanja kovinskih gradiv.
- Sodelovanje s **Zhejiang University** na področju REBMIX algoritma.
- Sodelovanje s **Continental** na področju utrujanja elastomerov in elastomernih kompozitov.
- Sodelovanje s **TxIS** in **več slovenskimi podjetji** pri razvoju novih visoko-tehnoloških izdelkov.

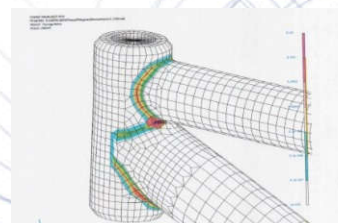
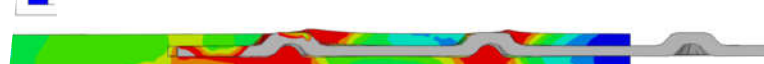
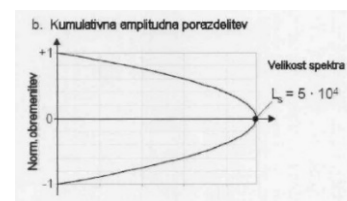
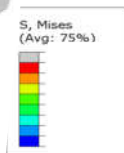
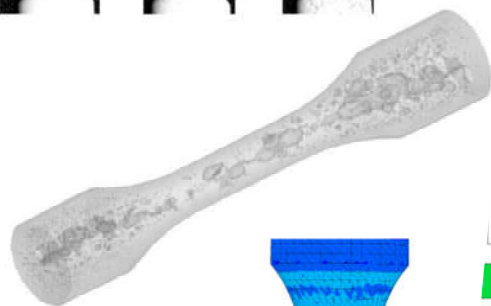
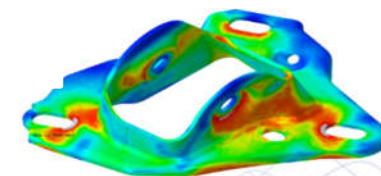
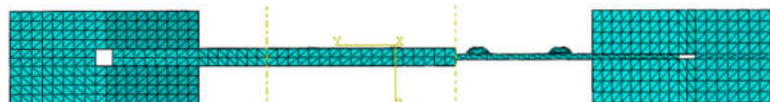
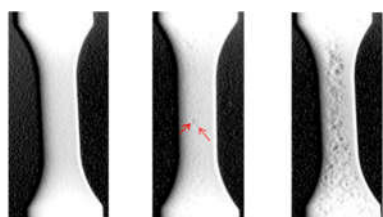


Laboratorij za
vrednotenje
konstrukcij

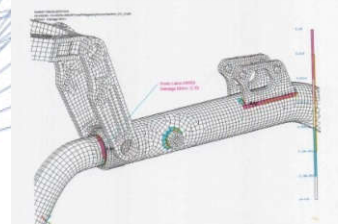
Prof. dr.
Jernej Klemenc

Raziskovalna področja laboratorija

- **Razvojna vrednotenja.** Razvoj metod za pospešeno testiranje zanesljivosti dinamično obremenjenih komponent in sistemov.
- **Napovedovanje dobe trajanja.** Eksperimentalno in numerično napovedovanje dobe trajanja nosilnih elementov z upoštevanjem njihove tehnološke zgodovine (ulitki, zvarjenci, preoblikovani izdelki).

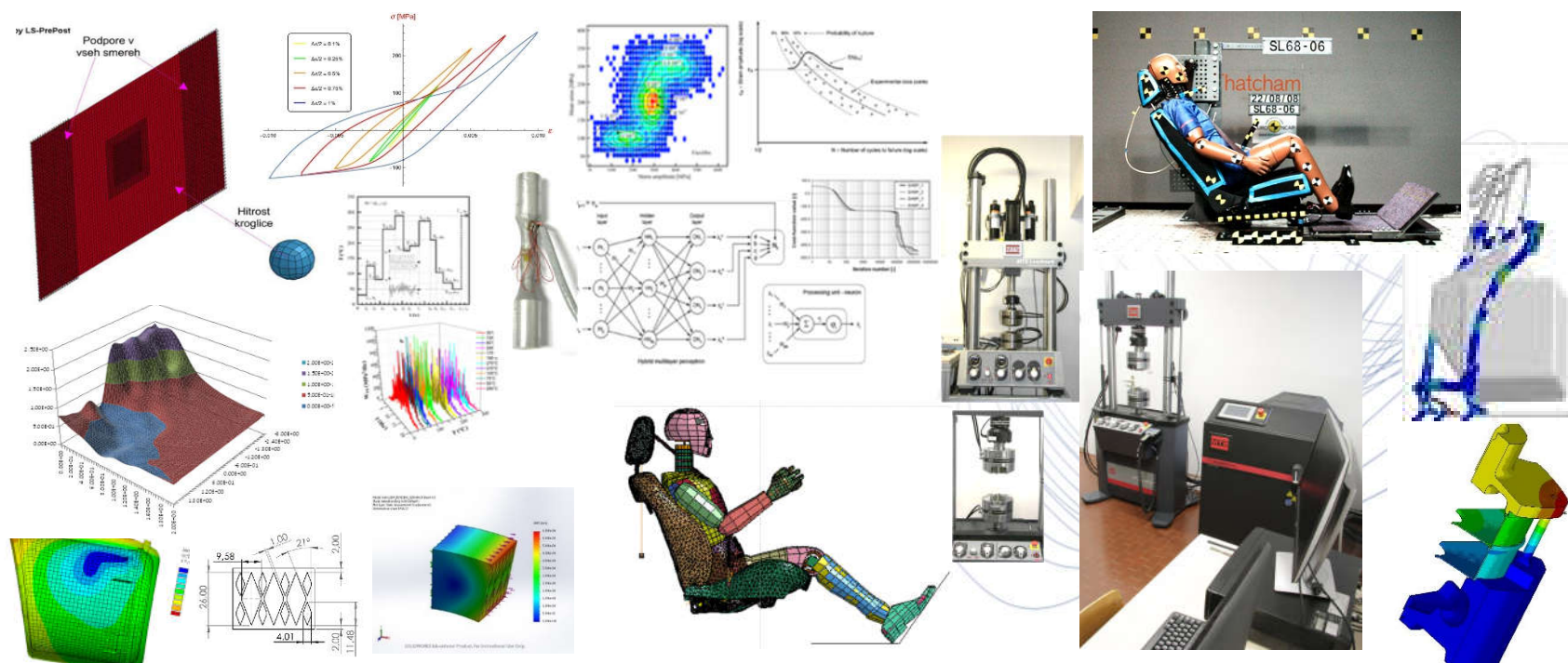


Slika 83: Poškodba po FKM



Slika 84: Maksimalna poškodba po EUROCODE 9 z vplivom S_{tr}

- **Napredne nosilne strukture.** Konstruiranje in razvoj nosilnih elementov z odprto-celično notranjo strukturo za ciljno prenašanje obremenitev, ki so izdelane z dodatnimi tehnologijami.
- **Tehnologije za trajnostni razvoj.** Raziskave uporabe naprednih in bio-razgradljivih materialov ter razvoj konstrukcijskih metod za lahko gradnjo.
- **Raziskave s področja dinamike in transmisije vozil.**





Projektno delo laboratorija

Laboratorij sodeluje s podjetji iz mednarodne ter domače raziskovalne in industrijske mreže:

- Preko izmenjav študentov na magistrskem študijskem programu sodelujemo z **Univerzo v Padovi** in **Univerzo Savo Mont Blanc**.
- Dolgoletno sodelovanje s slovenskimi in tujimi podjetji, kot so **TPV, Gorenje, Hella Saturnus, Sigur (RS)**... pri razvoju novih visoko-tehnoloških in učinkovitejših izdelkov.
- Sodelovanje v svetovnega združenja avtomobilskih inženirjev FISITA (prof. Jernej Klemenc je član skupščine).
- Sodelovanje v COST projektu (CRM-Extreme) s področja razvoja in uporabe novih zlitin, ki bodo nadomestile obstoječe zlitine temelječe na za Evropo kritičnih legirnih elementih.



**Laboratorij za
konstruiranje
in super
računalništvo**

Prof. dr.
Roman Žavbi

Predstavitev laboratorija:

Izkušnje, znanje, oprema za sodobne konstrukcijske rešitve

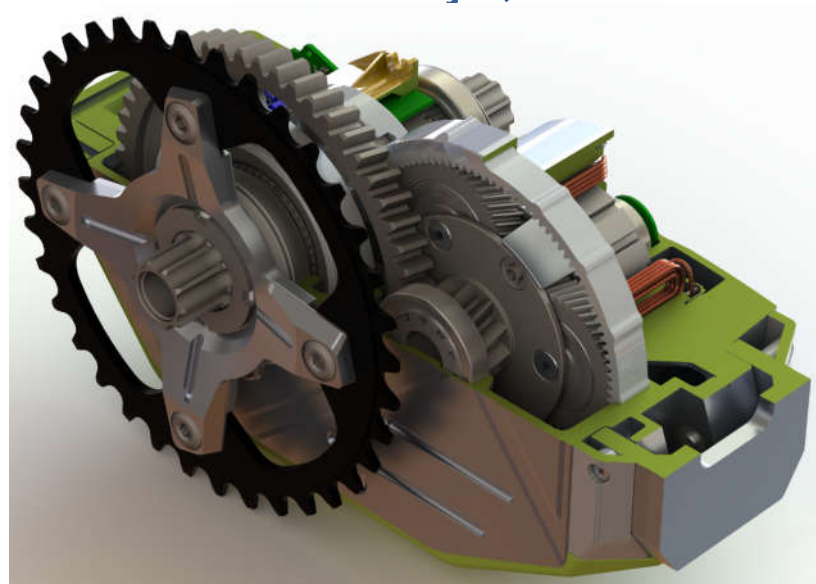
Področja dela laboratorija:

- **Konstruiranje:** računalniško podprto konstruiranje, informacijska in metodološka CAD podpora pri konstruiranju, napredne metode in tehnike konstruiranja, konstruiranje z nekovinskimi gradivi
- **Superračunalništvo:** računalniško intenzivne metode, obvladovanje in analiza velepodatkov, razvoj visokozmogljivih znanstvenih kod
- **Fuzijski inženiring:** modeliranje toplotnih tokov v tokamaku, konstruiranje robnih elementov tokamaka



Raziskovalna področja laboratorija

- Konstruiranje in simulacije (CFD, FEM) s superračunalniki,
- Konstruiranje iz polimernih materialov in kompozitov,
- Konstruiranje polimernih in kompozitnih pogonskih elementov,
- Konstruiranje v navidezni ter nadgrajeni resničnosti,
- Informacijska podpora procesom konstruiranja, konstruiranje in učenje iz velepodatkov
- Integriran razvoj izdelkov
- Konstruiranje naprednih kmetijskih strojev, avtomatizacija v kmetijstvu

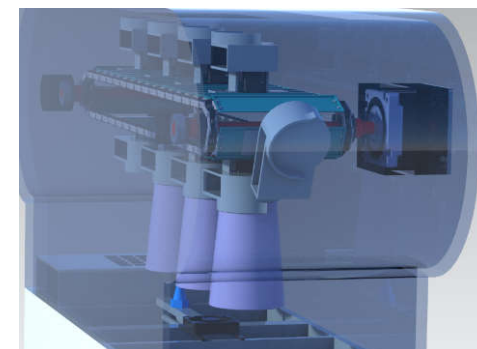
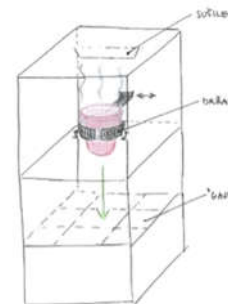
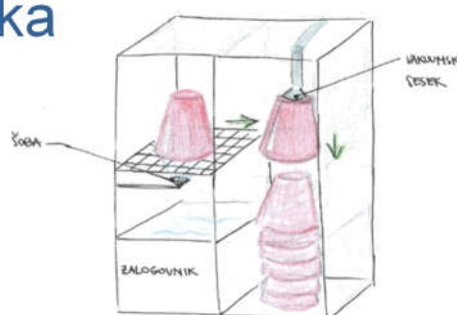




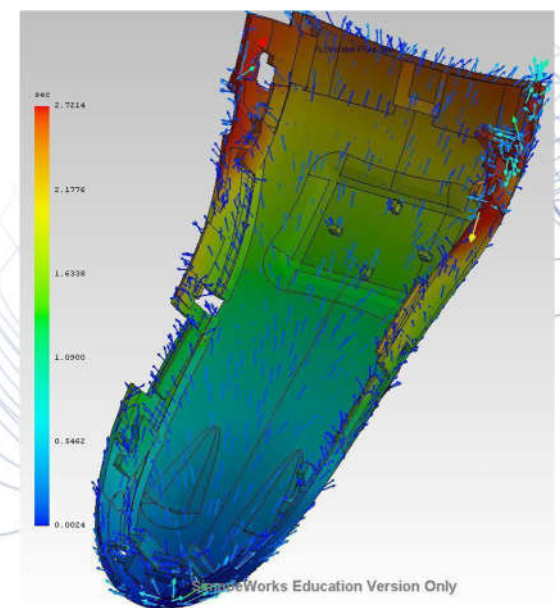
Pedagoško delo laboratorija

Predmeti, ki jih laboratorij izvaja na magistrski stopnji:

- Konstrukcijske tehnike – tehnike za celovit in detajlen razvoj izdelka



- Konstruiranje z nekovinskimi gradivi
 - predstavitev konstrukcijskih pravil za različne materiale
 - konstruiranje polimernega izdelka

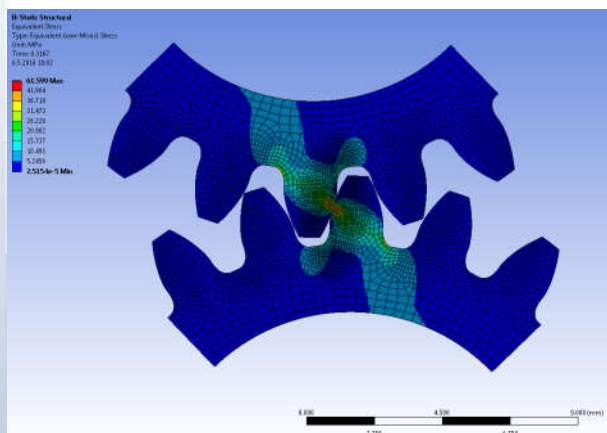




Raziskovalne, magistrske naloge

- Razvoj pogona za e-kolo

LeCAD



- Razvoj različnih pogonskih sklopov in preračun polimernih zobnikov
- Razvoj *viewerja* za VR/AR prikaz CAD informacij.
- ... in drugi projekti...

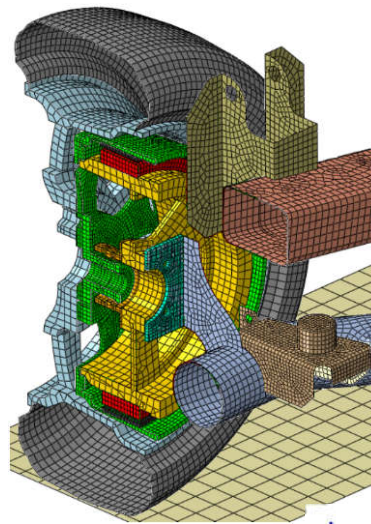
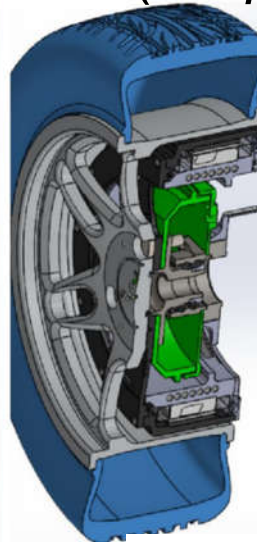




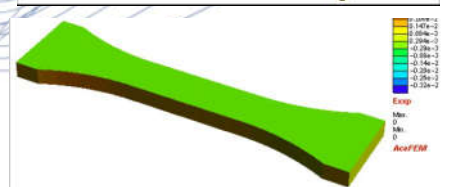
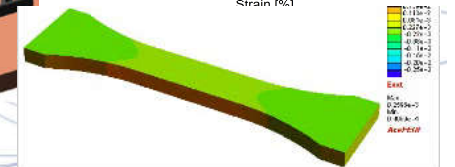
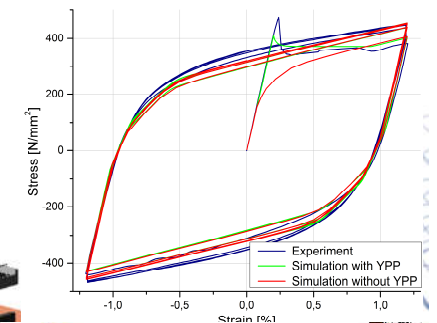
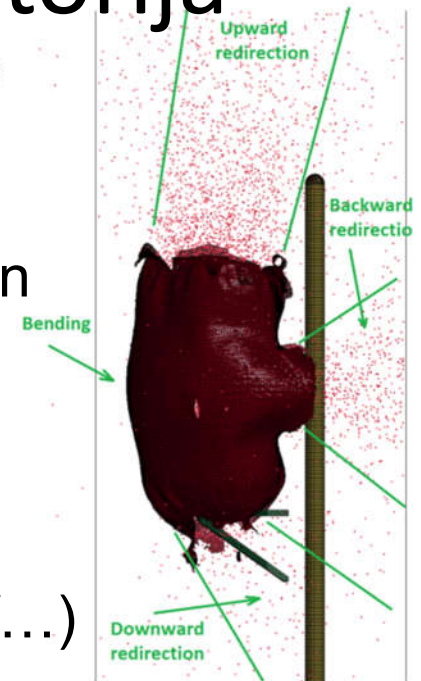
Raziskovalna področja laboratorija

❖ Specialna konstrukcijska znanja

- Raziskovanje nosilnih struktur, mehanizmov in pogonskih sistemov
- Geometrijske specifikacije proizvodov (GPS)
- Modeliranje odziva naprednih materialov (*shape memory, smart materials, biomateriali...*)



LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 0

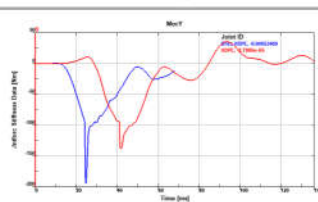
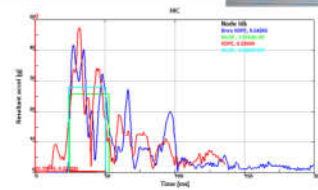
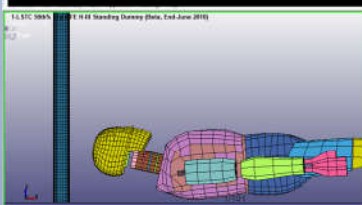
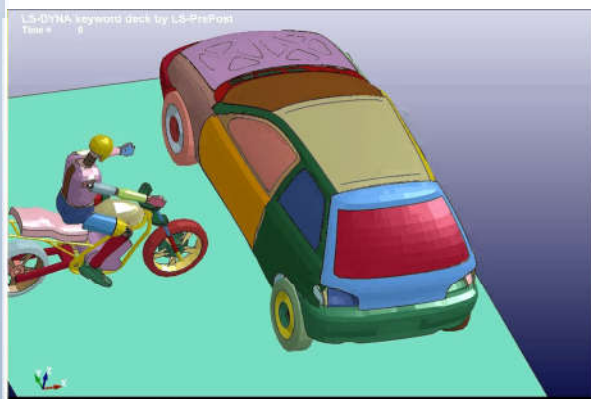




Raziskovalna področja laboratorija

❖ Modeliranje prometnih sistemov

- Elementi sistema "človek-vozilo-vozišče,,
- Varnost vozil in prometa (pasivna in aktivna)
- Biomehanika
- Prometna informatika in digitalna forenzika vozil





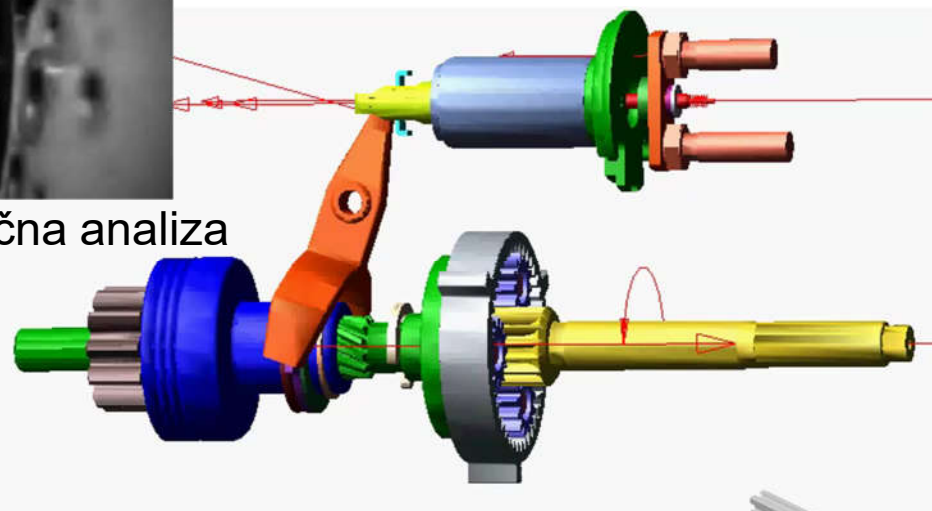
Pedagoško delo laboratorija

Predmeti, ki jih laboratorij izvaja na magistrski stopnji:

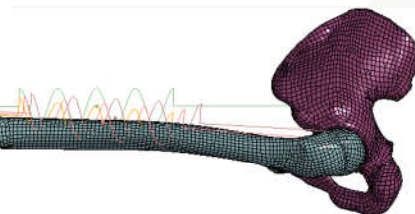
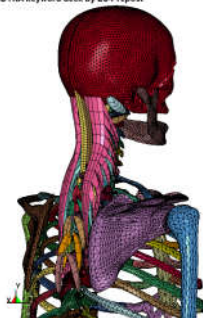
- MEHANIZMI



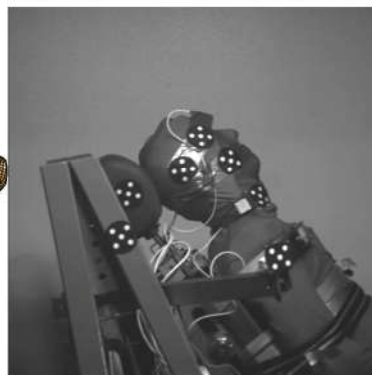
Kinematična in dinamična analiza
vklopa zaganjalnika



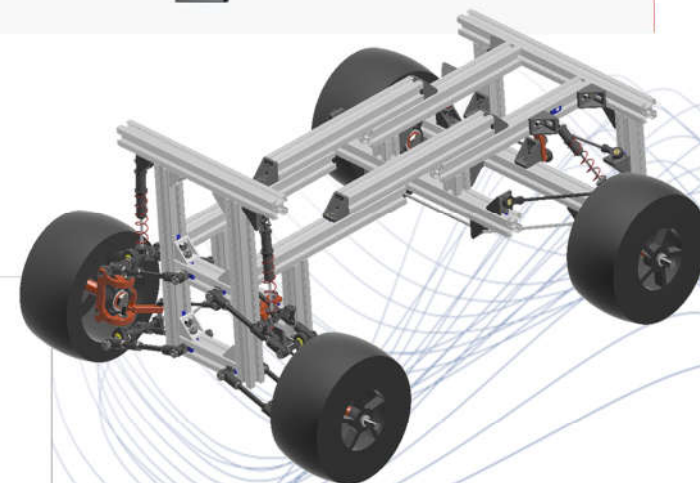
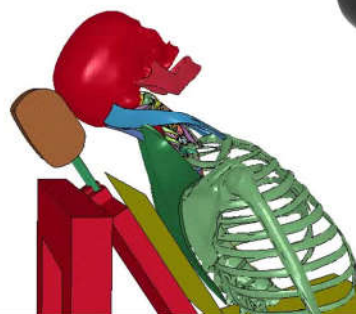
LS-DYNA keyword deck by LS-Prepost



Razvoj modela človeškega telesa



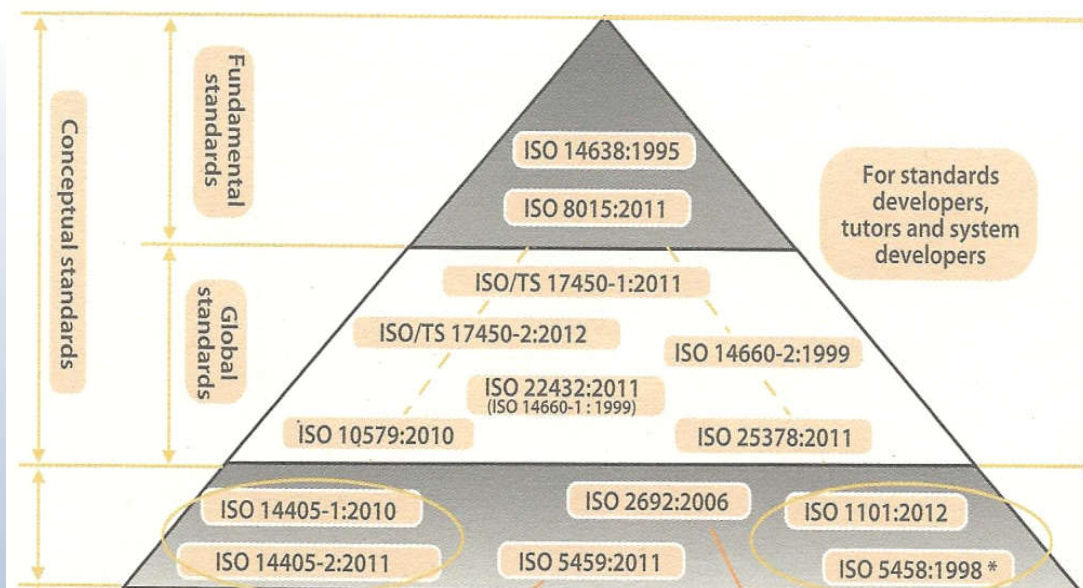
LS-DYNA keyword deck by LS-Prepost
Time = 0



Didaktični model
kolesnega vozila



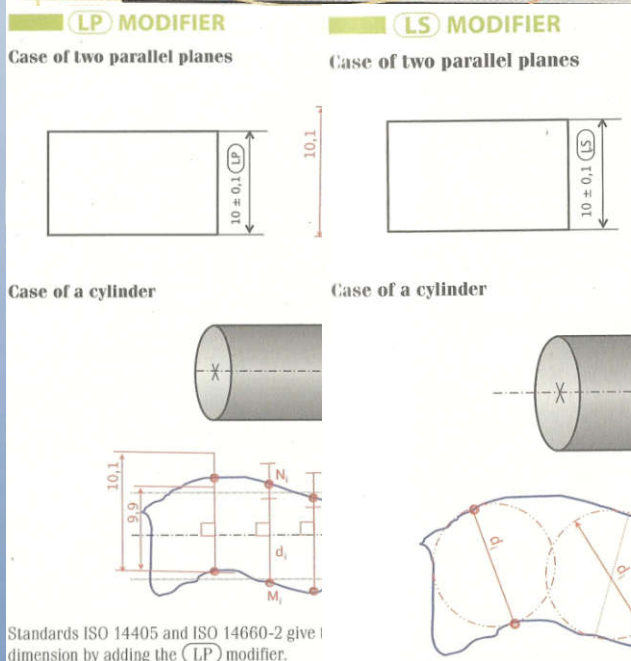
Geometrijske Specifikacije Proizvodov (GPS) po ISO standardih (izobraževanje, usposabljanje, analize...)



Geometrical Dimensioning and Tolerancing (GDT)

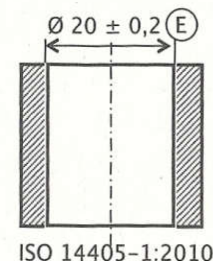
Tolerance Stacks & Analysis (TA)

- Vsako leto novi in posodobljeni standardi
- Bogatejši in kompleksnejši jezik komunikacije
- Cilj = popolna enoličnost in jasnost zahtev...



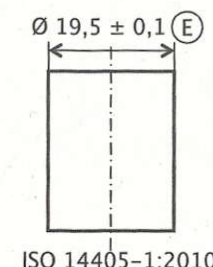
Once or more specifications are called out

3 equivalent call-outs for the bore

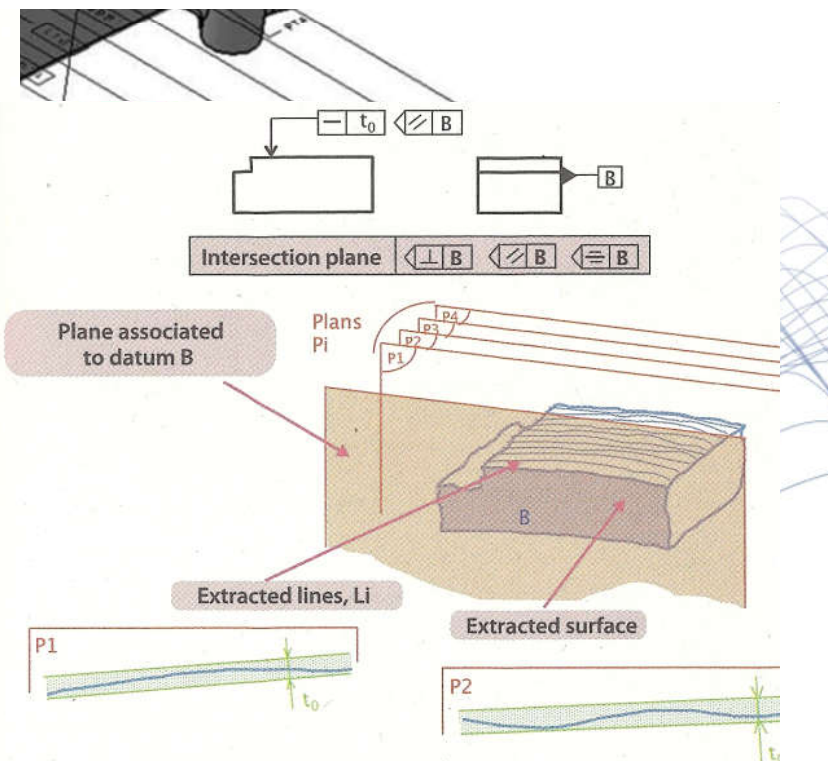


All the ISO-standard are called out

3 equivalent call-outs for the shaft



May be





SKLEP

Vsak človek ima določen talent!

Razvoj talenta je njegova odgovornost!

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

**Sedaj je čas za
smelo odločitev !**

V usmeritvi **Snovanje, obratovanje in vzdrževanje** boste na konkretnih projektih lahko sodelovali neposredno v laboratorijih in se že v času študija spoznali z različnimi podjetji.

Sedaj, ko ste v jeku mladosti in brstenja, si izberite težje cilje in ne izbirajte lažjih obremenitev, da Vam pozneje ne bo žal.