

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/57



## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0182
<b>Naslov programa</b>	Razvojna vrednotenja Development evaluation
<b>Vodja programa</b>	13469 Marko Nagode
<b>Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)</b>	20053
<b>Cenovni razred</b>	
<b>Trajanje programa</b>	01.2009 - 12.2014
<b>Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)</b>	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo 481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.11 Konstruiranje
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Povzetek raziskovalnega programa<sup>1</sup>

SLO

Dolgoročna uspešnost proizvajalcev novih in izboljšanih finalnih izdelkov in sestavnih delov je v največji in odločilni meri odvisna od njihove sposobnosti, da kupca oz. uporabnika prepričajo o kvalitetah razvitega izdelka v uporabi. Zato mora proizvajalec izpeljati razvojni postopek tako, da lahko že v zgodnji fazi razvoja

s čim manjšim statističnim tveganjem napove več kot 40 karakteristik izdelka, ki odražajo njegove lastnosti pri obratovanju v realnem okolju. Napovedi se nanašajo na sklop parametrov zanesljivosti (R), vzdrževalnosti (M) in suportabilnosti (S). Na osnovi prepričljivosti napovedi »vgrajene« funkcionalnosti, zanesljivosti, vzdrževalnosti, suportabilnosti, razpoložljivosti, pripravljenosti za obratovanje, zmogljivosti, uspešnosti, ekonomičnosti, ergonomičnosti, ekološke in estetske vrednosti v uporabi, se bo kupec odločil za izdelek in za dolgoročno poslovno sodelovanje.

PS želi nadgraditi doseženo lastno znanje in stanje, ki so ga razvili drugi raziskovalci. Zato se bo v prihodnje skoncentrirala na nekaj ključnih raziskovalnih vsebin:

- Parametrično in še posebej neparametrično modeliranje obremenitvenih stanj in procesov ter vplivov okolja in njihovih statističnih raztrosov.

- Parametrično in še posebej neparametrično modeliranje napetostno-deformacijskih stanj v različnih pogojih okolja z upoštevanjem verjetnosti realizacije teh stanj.

- Parametrično in neparametrično modeliranje odziva (zdržljivosti) materiala in izdelkov s poudarkom na verjetnosti napovedi vpliva realizacije v realnem okolju.

- Raziskati želimo možnosti učinkovite uporabe za kovinska gradiva razvitih modelov in simulacij na primerih nekovinskih gradiv in naravnih materialov (lesa).

- Osredotočili se bomo tudi na izboljšanje v PS razvitih metod in simulacijskih algoritmov za izdelke, ki obratujejo v specifičnih pogojih obratovanja (povišane temperature).

- Na vseh področjih razvoja temeljnega znanja želimo le-to prirediti in vključiti v aplikacije v konkretnih razvojnih postopkih pri industrijskih partnerjih.

Ostali cilji so:

- Nadgraditi v PS doseženo temeljno znanje in le-to povezati z rezultati raziskovanj drugih (doma in v svetu) tako, da bo mogoče razvojne napovedi RMS značilnosti izdelati s čim višjo zanesljivostjo.

- Prirediti to znanje za uporabo v razvojnih postopkih.

- Izpopolniti razvojno tehnologijo tako, da bo domače in tuje znanje izdelovalcem omogočilo napovedi karakteristik izdelka v obratovanju s čim manjšim tveganjem in s tem povečati komparativne prednosti in konkurenčnost.

- Na razvoju temeljnega in aplikativnega znanja usposobiti nove doktorje znanosti za prevzem vodilnih funkcij v razvojnih oddelkih v praksi.

- Diplomirane inženirje želimo usposobiti za razvojno delo z modernimi metodami.

ANG

Long-term success of the producers of new and final products and components depends primarily on the producers' capability to persuade their customers and users of the quality of a developed product in use. Therefore, the producers have to carry out the development process in the way that makes them possible to predict up to forty characteristics of a product that reflect the product's features during operation in real environment, whereby the prediction refers to the early phase with statistical risk as low as possible. The predictions are related to a set of the parameters of reliability, maintainability and supportability. The customer will decide for a product and long-term cooperation on the basis of the producers' persuasiveness of predicting the built-in functionality, reliability, maintainability, supportability, availability, operational readiness, capability, effectiveness, product worth, ergonomics and the ecologic and aesthetic value of any product in use.

The PG wants to improve their own knowledge and state developed already by other researchers. Hence the main points of their future research will be:

- Parametric and especially non-parametric modelling of loading states and processes as well as the impacts of environment and their statistic scatter.

- Parametric and especially non-parametric modelling of stress-strain states in different conditions of environment, taking into account the realization probability of these states.

- Parametric and non-parametric modelling of the response (strength) of materials and products, paying special attention to the probability of predicting the influence of realization in real environment.

- We will research the possibilities of efficient use of the models and simulations developed for metal materials in the case of non-metal and natural materials (wood).

- We will improve the methods developed by PG and simulation algorithms for the products operating at specific conditions (high temperatures).

- In all fields of basic knowledge development, the knowledge will be adapted and incorporated into the applications in real development processes at our industry partners.

Other aims are:

- To improve the knowledge achieved in the PG and connect it with the research results of others in Slovenia and abroad, thus making it possible to carry out development predictions of the RMS characteristics at highest reliability.

- To adapt this knowledge to use in development procedures.

- To improve development technology in such a way that both, Slovenian and foreign knowledge will make it possible for producers to predict the characteristics of a product in operation at lowest risk, thus strengthening their comparative advantages and competitiveness.

- By developing basic and applicative knowledge, to educate new doctors of science that will take over the leading positions in development departments in companies.

- To educate under-graduate mechanical engineers for development tasks carried out with modern methods.

### **3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)<sup>2</sup>**

SLO

V nadaljevanju so navedeni dosežki po posameznih aktivnostih predloga programa. Reference so navedene pod točko B.4, kjer je to relevantno.

1. Parametrično in neparametrično modeliranje obremenitvenih stanj in procesov ter vplivov okolja in njihovih statističnih raztrosov.

Programski paket rebmix <http://cran.rproject.org/web/packages/rebmix/index.html>, ki je bil zasnovan v programskih jezikih C in R je doživel tri posodobitve v letu 2014. Poleg stalnega vzdrževanja paketa zaradi sprememb sistema CRAN in izboljšav, ki jih predlagajo uporabniki paketa, je bila najpomembnejša nadgradnja na področju ohlapnih omejitev pri grobi oceni parametrov mešanih porazdelitev. Vse spremembe so vidne v datoteki NEWS na internetni strani.

2. Parametrično in neparametrično modeliranje napetostno-deformacijskih stanj v različnih pogojih okolja z upoštevanjem verjetnosti realizacije.

Razvili in validirali smo metodologijo, s pomočjo katere je mogoče na učinkovit način ocenjevati parametre materialnih modelov za različne pogoje obratovanja tudi v primeru, ko določenih parametrov teh materialnih modelov ni mogoče direktno oceniti iz standardnih eksperimentalnih postopkov [1]. Metodologijo je mogoče uporabiti pri razvoju novih izdelkov že v zgodnjih razvojnih fazah, ko prototipi in/ali fizični modeli izdelkov sploh še niso realizirani.

V [6] je objavljen algoritem, ki omogoča upoštevanje vpliva srednjega nivoja napetosti na dobo trajanja na osnovi poljubne malo-ciklične termo-mehanske zgodovine obremenitev. Iz poznanih zgodovin napetosti, elastoplastične specifične deformacije in temperature, algoritem izračuna pripadajoče amplitude in srednje vrednosti obremenitvenih ciklov ter pripadajoči poškodbeni parameter. Algoritem se pri izračunu zgodovine poškodbenega parametra ne ozira na zapiranje obremenitvenih ciklov, kar je njegova ključna prednost.

3. Parametrično in neparametrično modeliranje zdržljivosti materiala in razvitih izdelkov s poudarkom na verjetnosti napovedi vpliva realizacije v realnem okolju.

Članek [3] obravnava frekvenčni pristop za določanje utrujenostne poškodbe materiala. Splošno priznane frekvenčne metode kot vhodne podatke za izračun utrujenostne poškodbe uporabljajo močnostni spekter obremenitev. V članku je bilo dokazano, da lahko v določenih primerih zgolj močnostni spekter obremenitev ne vsebuje dovolj podatkov za zanesljivo določitev utrujenostne poškodbe. V faznih zamikih posameznih komponent močnostnega spektra, ki jih močnostni spekter ne vsebuje, se namreč lahko skriva manjše število obremenitvenih ciklov z veliko amplitudo, ki bistveno prispevajo k povečanju akumulirane utrujenostne poškodbe.

Razvili smo metodologijo za napovedovanje dobe trajanja skupaj z njenim raztrosom za ulitke s prisotnimi nehomogenostmi. Dobo trajanja napovemo na podlagi zdržljivostnih krivulj homogenega materiala in statistične porazdelitve preiskovane nehomogenosti. V raziskavi smo pokazali, katere statistične metode je potrebno uporabiti za vrednotenje zdržljivosti izdelkov s prisotnimi nehomogenostmi, da dobimo zanesljive

informacije o vplivu nehomogenosti na skrajšanje dobe trajanja takšnih izdelkov [9]. Poleg tega smo dokazali, da je s predlagano metodo že v zgodnjih fazah razvoja ulitkov mogoče dobro oceniti verjetnost porušitve pri določenih pogojih obratovanja. Ker trenutno stanje proizvodnje tehnologije še ne zagotavlja litih izdelkov brez nehomogenosti in ker njihova prisotnost močno vpliva na dobo trajanja, razvita metodologija za napoved zdržljivosti in njenega raztrosa predstavlja časovno učinkovito in s tem močno orodje pri zagotavljanju varnih in kakovostnih litih izdelkov [11].

4. Raziskava učinkovite rabe modelov, ki so bili razviti za kovinske materiale, za primere uporabe za nekovinske in naravne (les) materiale.

Članek [5] predstavlja eksperimentalno vrednotenje lezenja in relaksacije gume s polnili. Podana je podrobna študija vpliva različnih testnih programov na proces lezenja in relaksacije. Glavna spremenljivka testnih programov je bilo zaporedje obremenitev. Glavni cilj raziskave je poiskati metodo s katero bi na čim bolj enostaven način in zadosti natančno lahko napovedali velikost relaksacije iz poznane lezenja oziroma obratno. Zato je v članku predstavljen predlog metode za transformiranje rezultatov lezenja v relaksacijsko krivuljo in obratno. Ideja je zasnovana na predpostavki, da sta procesa lezenja in relaksacije rezultat enakega viskoelastičnega mehanizma in je relaksacijo mogoče obravnavati kot lezenje pri padajoči obremenitvi. Eksperimentalni podatki kažejo, da so te predpostavke povsem upravičene. Za transformacijo parametrov za popis lezenja v parametre za popis relaksacije se uporabi povratno oziroma padajočo napetostno-deformacijsko krivuljo. V članku so zato predstavljeni tudi faktorji, ki vplivajo na povratno napetostno-deformacijsko krivuljo. V zaključku je podana še razprava o prehodu iz predlagane transformacije do končne metode za napovedovanje lezenja iz relaksacije in obratno.

Proizvajalci zračnih vzmeti uporabljajo teste pri konstantni amplitudi deformacije za validacijo kvalitete zračnih vzmeti. Testi so preprosti in dajo le informacijo o ustreznosti oziroma neustreznosti vzmeti. V [8] uporabimo te preproste teste za napoved dobe trajanja na osnovi standardnega obremenitvenega kolektiva. Kot poškodbeni parameter je izbrana sila. Dalje [8] proučuje možnost uporabe rezultatov preskusov, dobljenih pri sili kot poškodbenem parametru, za napoved dobe trajanja ob predpostavki, da je poškodbeni parameter napetost.

Vir svetlobe, ki je realiziran v projektu [7] predstavlja vrhunec inovacije na tem področju. Svetloba je generirana z zbiranjem laserske svetlobe iz laserja visoke moči na curek plinskih molekul. Interakcija med laserskim žarkom in plinskimi molekulami povzroči nastanek svetlobnih bliskov katerih trajanje je nekaj deset femtosekund. Valovna dolžina tako nastalih bliskov je določena z deležem valovne dolžine laserske svetlobe in sega v območje rentgenskih žarkov. Valovno dolžino je dalje možno zožiti s pomočjo monokromatorja in jo fokusirati na vzorec v vakuumski komori, kjer so tudi različni instrumenti, ki omogočajo analizo svetlobe in/ali delcev, ki izidejo iz vzorca kot posledica interakcije bliskov z vzorcem. Celotni sistem se nahaja na posebej izdelani armiranobetonski konstrukciji, ki je z vseh strani obdana z materialom, ki ima močne dušilne lastnosti. Zasnova konstrukcije in ustrežna izbira dušilnega materiala je rezultat obširnih meritev predhodne razpoložljive konstrukcije ter njene prenosnosti vsiljenih nihanj iz bližnje in daljne okolice. Zasnova podložne konstrukcije je bila toliko bolj zahtevna, ker je v neposredni bližini baza gradbenega podjetja, do zdaj poznani podobni obstoječi sistemi pa so zgrajeni običajno daleč od cestno prometnih povezav in težke industrije. Ker je valovna dolžina omenjenega svetlobnega vira zelo kratka, je vsako vsiljeno nihanje z najmanjšo amplitudo, ki se prenese na merilno mizo in s tem na merilne instrumente odločilno na rezultate testiranja.

5. Izboljšanje v PS razvitih metod in simulacijskih algoritmov za izdelke, ki obratujejo v specifičnih pogojih obratovanja (povišane temperature).

V [2] je predstavljen pristop napovedovanja poškodbe s poškodbenimi operatorji pri naključnem neizotermnem obremenjevanju. Pristop smo uporabili za napoved poškodbe termo-mehansko obremenjenega izpušnega lonca. Materialne lastnosti osnovnega materiala in zvarov smo obravnavali ločeno. Rezultate toplotnih in trdnostnih analiz izpušnega lonca z uporabo MKE smo upoštevali v programu LMS Virtual.Lab in ločeno napovedali poškodbi zaradi utrujanja in lezenja. Preskusne izpušne lonce smo nato obremenili pod enakimi pogoji kot pri simulaciji in obremenjevanje ponavljali do odpovedi ali 2 milijonov ciklov. Rezultati simulacij in preskusov so primerljivi.

Izvedli smo eksperimentalno in numerično raziskavo mehanskega obnašanja gradiva med termo-mehanskim utrujanjem [4]. Preskušanci so bili iz avstenitne nodularne litine. Materialne parametre smo določili na podlagi testov malocikličnega utrujanja pri različnih hitrostih specifične deformacije in termo-mehanskih testov. Ti parametri so bili nato uporabljeni za izvajanje toplotnih in trdnostnih analiz z MKE. Ločeno smo izračunali poškodbi zaradi lezenja in utrujanja in ju primerjali z eksperimentnimi opažanji.

V izogib singularnosti matrike [10] je matrični zapis izračuna koeficientov posplošenega časovno-temperaturnega parametra ustrezno preoblikovan. Časi do porušitve zaradi lezenja pa od limitne vrednosti napetosti naprej ostajajo enaki kljub spreminjanju napetosti, saj bi lahko bil rezultat v nasprotnem primeru nesmiseln.

6. Vključevanje tega znanja v aplikacije v konkretnih razvojnih postopkih pri industrijskih partnerjih.

Metode za napovedovanje obnašanja izdelka v primeru ekstremnih dinamičnih obremenitev (trki) smo

uvedli v industrijsko prakso. Tako smo v več razvojnih projektih za podjetje TPV pokazali, da je upoštevanje tehnoloških postopkov preoblikovanja bistveno za boljšo napoved obnašanja izdelka v eksploataciji. Tudi metode za parametrično napovedovanje zdržljivosti smo že uspešno prenesli v praktično uporabo. Za podjetje Sistemska tehnika smo tako ocenili krivulje zdržljivosti z njihovim raztrosom za dva tipa vzmetnih jekel, za podjetje TPV pa krivulje zdržljivosti za material S355J2(G3)C+C ter dinamično trdnost tlačno lite aluminijeve zlitine AlSi9Cu3 za ciljno število obremenitvenih ciklov. Poleg tega smo tako določene krivulje zdržljivosti uporabili za razvojno napovedovanje dobe trajanja in zanesljivosti realnih izdelkov, ki so obremenjeni s ponavljajočimi se mehanskimi obremenitvami.

Na področju termo-mehanskega utrujanja smo tudi v letu 2014 sodelovali s Siemens, s katerim smo v letu 2015 podpisali novo pogodbo o sodelovanju na področju razvoja litijevih baterij. Z Bosal in Borgwarner smo skupaj objavili dva znanstvena članka. Zelo smo bili aktivni pri razvoju plastičnih odvaljnih batov in drugih komponent zračnih vzmeti za Continental. V letu 2014 smo se intenzivno vključili v razvoj kmetijskih priključkov v SIP Šempeter.

V letu 2014 smo se aktivno vključili v razvoj lesenih okvirjev za okna in panoramske stene večjih višin.

Povečan obseg financiranja opravičujemo z:

- Ocena raztrosa zdržljivosti aluminijeve zlitine AlSi9Cu3 na napetostnem nivoju 90 MPa. Ocena dinamične trdnosti aluminijeve zlitine AlSi9Cu3 za ciljno število 190000 obremenitvenih ciklov. Pri tem smo uporabili novo modifikacijo metode LOCATI, ki je bila razvita v programski skupini (objava v mednarodni reviji EXPERIMENTAL TECHNIQUES bo šele v letu 2015). Rezultate teh preskusov smo uporabili za oceno dobe trajanja elementov pretičnega mehanizma osebnih vozil v razvojni fazi izdelka za naročnika TPV.

- Na preskuševališču so bili pri pogojih statične obremenitve izvedeni preskusi za določitev mehanskih lastnosti toplotno obdelane bukovine.

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

SLO

Programska skupina je v letu 2014 realizirala zastavljene cilje. Z vidika znanstvene odličnosti je dosegla pričakovanja, saj je objavila v letu 2014 11 izvernih znanstvenih člankov (trije kategorije A1, štiri kategorije A2, dva kategorije A3, en kategorije B1, en prispevek pa še ni razporejen). Programska skupina ima za obdobje zadnjih 10 let evidentiranih 474 čistih citatov znanstvenih del. Mladi raziskovalec Matej Miklavec je zaključil doktorski študij.

V nadaljevanju navajamo listo izvernih znanstvenih člankov:

1. ŠKRLEC, Andrej, KLEMENC, Jernej, FAJDIGA, Matija. Parameter identification for a low-density-foam material model using numerical optimisation procedures. Engineering computations. [COBISS.SI-ID 13681947]
2. ŠERUGA, Domen, HANSENNE, Eric, HAESSEN, Vik, NAGODE, Marko. Durability prediction of EN 1.4512 exhaust mufflers under thermomechanical loading. International journal of mechanical sciences. [COBISS.SI-ID 13429275]
- 3 VIDIC, Gašper, NAGODE, Marko. Critical evaluation of frequency-domain approach for fatigue damage estimation. Journal of engineering materials and technology. [COBISS.SI-ID 13581595]
4. ŠERUGA, Domen, GOSAR, Aleš, LÄNGLER, Frank, NAGODE, Marko. Identification of material parameters from low cycle fatigue, thermomechanical fatigue and creep tests for damage prediction of thermomechanically loaded Ni-resist Type D-5S. Journal of strain analysis for engineering design. [COBISS.SI-ID 13429531]
5. OMAN, Simon, NAGODE, Marko. Observation of the relation between uniaxial creep and stress relaxation of filled rubber. Materials & design. [COBISS.SI-ID 13429019]
6. NAGODE, Marko. Continuous damage parameter calculation under thermo-mechanical random loading. MethodsX. [COBISS.SI-ID 13645339]
7. GRAZIOLI, C., GAUTHIER, David, IVANOV, R., BUČAR, Bojan, MERHAR, Miran, RESSEL, Barbara, DE NINNO, Giovanni, et al. CITIUS : an infrared-extreme ultraviolet light source for fundamental and applied ultrafast science. Review of scientific instruments. [COBISS.SI-ID 3223291]

8. BEŠTER, Tomaž, FAJDIGA, Matija, NAGODE, Marko. Application of constant amplitude dynamic tests for life prediction of air springs at various control parameters. *Strojniški vestnik*. [COBISS.SI-ID 13397275]
9. BIŽAL, Ana, KLEMENC, Jernej, FAJDIGA, Matija. Evaluating the statistical significance of a fatigue-life reduction due to macro-porosity. *Strojniški vestnik*. [COBISS.SI-ID 13510939]
10. ŠERUGA, Domen, NAGODE, Marko. Corrigendum to Unification of the most commonly used time-temperature creep parameters : *Mater. Sci. Eng. A* 528 (6) (2011) 28042811. *Materials Science & Engineering. A, Structural materials: Properties, Microstructure and Processing*. [Print ed.], Apr. 2014, vol. 599, str. 9. [COBISS.SI-ID 13343515]
11. BIŽAL, Ana, KLEMENC, Jernej, FAJDIGA, Matija. Napovedovanje zdržljivosti tlačno litih izdelkov z nehomogenostmi : doktorsko delo. *Svet strojništva*. [COBISS.SI-ID 13372699]

#### 5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014<sup>4</sup>

SLO

Ni sprememb.

#### 6.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	13429019	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Opazovanje povezave med enoosnim lezenjem in relaksacijo gume s polnili
		ANG	Observation of the relation between uniaxial creep and stress relaxation of filled rubber
	Opis	SLO	Članek predstavlja eksperimentalno vrednotenje lezenja in relaksacije gume s polnili. Podana je podrobna študija vpliva različnih testnih programov na proces lezenja in relaksacije. Glavna spremenljivka testnih programov je bilo zaporedje obremenitev. Glavni cilj raziskave je poiskati metodo s katero bi na čim bolj enostaven način in zadosti natančno lahko napovedali velikost relaksacije iz poznanega lezenja oziroma obratno. Zato je v članku predstavljen predlog metode za transformiranje rezultatov lezenja v relaksacijsko krivuljo in obratno. Ideja je zasnovana na predpostavki, da sta procesa lezenja in relaksacije rezultat enakega viskoelastičnega mehanizma in je relaksacijo mogoče obravnavati kot lezenje pri padajoči obremenitvi. Eksperimentalni podatki kažejo, da so te predpostavke povsem upravičene. Za transformacijo parametrov za popis lezenja v parametre za popis relaksacije se uporabi povratno oziroma padajočo napetostno-deformacijsko krivuljo. V članku so zato predstavljeni tudi faktorji, ki vplivajo na povratno napetostno-deformacijsko krivuljo. V zaključku je podana še razprava o prehodu iz predlagane transformacije do končne metode za napovedovanje lezenja iz relaksacije in obratno.
		ANG	This paper presents an experimental evaluation of the stress relaxation and creep of filled rubber. A detailed study of the influence of different test programs, where the main variable was the load sequence on the creep and relaxation processes, is discussed. The final goal of the research is to find a method to predict stress relaxation from known creep, or vice versa, in a simple way that would give sufficiently accurate results over both primary and secondary creep regions. Therefore suggestion for converting the creep test result into a stress relaxation curve and vice versa is presented. The idea is based on the assumption that both processes (creep and stress relaxation) are the result of the same viscoelastic mechanism and that the stress relaxation can be treated as creep under decreasing stress. Experimental data shows these assumptions to be correct. For the conversion of the creep parameters into stress relaxation parameters a

		reverse stress-strain curve is needed, therefore factors affecting the unloading stress-strain curve are also presented. Finally, the transition from the suggested conversion to the final method will be discussed.
	Objavljeno v	Scientific and Technical Press; Materials & design; 2014; Vol. 60; str. 451-457; Impact Factor: 3.171; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; A': 1; WoS: PM; Avtorji / Authors: Oman Simon, Nagode Marko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	13429275 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Napovedovanje zdržljivosti izpušnih loncev EN 1.4512 pri termomehanskem obremenjevanju
		ANG Durability prediction of EN 1.4512 exhaust mufflers under thermomechanical loading
	Opis	SLO V tem prispevku je predstavljen pristop napovedovanja poškodbe s poškodbenimi operatorji pri naključnem neizotermnem obremenjevanju. Pristop smo uporabili za napoved poškodbe termomehansko obremenjenega izpušnega lonca. Materialne lastnosti osnovnega materiala in zvarov smo obravnavali ločeno. Rezultate toplotnih in trdnostnih analiz izpušnega lonca z uporabo MKE smo upoštevali v programu LMS Virtual.Lab in ločeno napovedali poškodbi zaradi utrujanja in lezenja. Preskusne izpušne lonce smo nato obremenili pod enakimi pogoji kot pri simulaciji in obremenjevanje ponavljali do odpovedi ali 2 milijonov ciklov. Rezultati simulacij in preskusov so primerljivi.
		ANG A damage operator approach for random non-isothermal loading is demonstrated in this paper. The approach is then used to predict the damage of a thermomechanically loaded exhaust muffler. Material properties of the basic material and the weld have been treated separately. The results from thermal and structural analyses using FEA have been applied to the exhaust muffler in LMS Virtual.Lab and both fatigue and creep damages predicted. Tested exhaust mufflers were then subjected to the same loading conditions as in the calculation, and load cycles were repeated up to the point of failure or 2 million cycles. Simulated and test results are comparable.
	Objavljeno v	Pergamon Press; International journal of mechanical sciences; 2014; Vol. 84; str. 199-207; Impact Factor: 2.061; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.275; A': 1; WoS: IU, PU; Avtorji / Authors: Šeruga Domen, Hansenne Eric, Haesen Vik, Nagode Marko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	13681947 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Identifikacija parametrov za materialni model pene z nizko gostoto z uporabo numeričnih optimizacijskih algoritmov
		ANG Parameter identification for a low-density-foam material model using numerical optimisation procedures
	Opis	SLO Pri trku vozila predstavlja sedež z naslonjalom in vzglavnikom glavni varnostni element za potnika. Polnilni material sedeža je navadno poliuretanska pena. Za zanesljive simulacije obnašanja sedeža med trkom vozila, morajo biti materialni parametri polnilne pene pravilno definirani. V članku je predstavljena metodologija za oceno parametrov materialnega modela, ki se v programu LS-DYNA uporablja za modeliranje mehkih pen. V raziskavi so bile izvedene meritve tlačnih karakteristik poliuretanske pene za vzorce, izrezane iz polnila sprednjega sedeža vozila. Ti eksperimentalni rezultati so nam služili za oceno parametrov materialnega modela. V raziskavi smo uporabili dva različna numerična optimizacijska algoritma

		(algoritem padajočih gradientov in genetski algoritem), ki smo ju za namen identifikacije materialnih parametrov združili s simulacijami v programu LS-DYNA. V članku je predstavljena primerjava obeh numeričnih optimizacijskih algoritmov in ovrednotena njuna inženirska uporabnost. Na predstavljeni način je mogoče oceniti parametre močno nelinearnih materialnih modelov tudi v primerih, ko materialnih parametrov ni mogoče direktno oceniti iz eksperimentov.
	ANG	In the event of a crash involving a car, its seats, together with their backrests and head supports, ensure the safety of the passengers. The filling material used for such a car seat is normally made of polyurethane foam. To simulate the behaviour of the seat assembly during a crash, the material characteristics of the seat-filling foam should be appropriately modelled. The paper aims to present a method, with which the proper parameter values of the selected material model for the seat-filling foam can be easily determined. In the study, an experiment with the specimen from seat-filling foam was carried out. The results from this experiment were the basis for the determination of the parameter values of the low-density-foam material model, which is often used in crash-test simulations. Two different numerical optimisation algorithms - a genetic algorithm and a gradient-descent algorithm - were coupled with LS-DYNA explicit simulations to identify the material parameters. The paper provides comparison of two optimisation algorithms and discusses the engineering applicability of the results. This paper presents an approach for the identification of the missing parameter values of the highly non-linear material model, if these cannot be easily determined directly from experimental data.
	Objavljeno v	Pineridge Press; Engineering computations; 2014; Vol. 31, iss. 7; str. 1532-1549; Impact Factor: 1.206; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; WoS: EV, IF, PO, PU; Avtorji / Authors: Škrlec Andrej, Klemenc Jernej, Fajdiga Matija
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	13510939   Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Oцена statistične značilnosti skrajšanja dobe trajanja zaradi makro poroznosti
		ANG Evaluating the statistical significance of a fatigue-life reduction due to macro-porosity
	Opis	SLO V strojni industriji je težnja po zmanjševanju teže konstrukcij odprla pot uporabi ulitkov iz aluminijevih zlitin kot alternativo jeklu. Medtem ko so dobre mehanske lastnosti, cenovno ugodne proizvodnje tehnologije in možnost recikliranja utrjevale položaj aluminijevih so vedno bolj prihajale do izraza tudi njihove slabe lastnosti. Ulitki so namreč podvrženi pojavu nehomogenosti v strukturi. Kljub temu, da je njihova prisotnost navadno razlog za padec držljivostnih sposobnosti ulitka, pa se nehomogenostim v celoti ne moremo izogniti. Pri ulitkih so najbolj kritične tiste nehomogenosti, ki so posledica tehnološkega procesa, saj so navadno večje od ostalih, mikro strukturnih značilnosti ulitka (hrapavost površine, mikrostruktura, mikro-poroznost, itn.). Najbolj nevarna tipa nehomogenosti pri ulitkih sta poroznost in vključki.
		This study focuses on an evaluation of the significance of the fatigue-life reduction due to macro-porosity present in pressure-die-casted aluminium specimens. Three statistical models, i.e., univariate analysis of variance, multivariate analysis of variance and linear regression with dummy variables, were applied to test the statistical significance of the fatigue-life reduction. The three statistical models were applied for the case of experimentally determined fatigue-life data for an AlSi9Cu3 alloy with different levels of macro-porosity. Cylindrical specimens according to ASTM



		ANG	E606 were manufactured by pressure die casting using different manufacturing parameters (die pressure, die temperature) to artificially introduce detectable macro-pores into the specimens. The manufactured specimens were classified into three groups, representing their levels of porosity, which were identified based on x-ray images of the specimens. For each group, strain-controlled fatigue tests were performed at different strain levels. Of these approaches, linear regression with dummy variables proved to be the most appropriate, due to its ability to robustly identify the differences between the fatigue lives for different porosity levels.
	Objavljeno v		Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.] = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.]; Strojniški vestnik; 2014; Vol. 60, no. 6; str. 407-416; Impact Factor: 0.776; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.275; WoS: IU; Avtorji / Authors: Bižal Ana, Klemenc Jernej, Fajdiga Matija
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	3223291	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Infrardeči- ekstremno ultravijolični svetlobni vir za ultra hitro fundamentalno in uporabno znanost
		ANG	An infrared-extreme ultraviolet light source for fundamental and applied ultrafast science
	Opis	SLO	V delu smo predstavili lastnosti laserskega postrojenja CITIUS, ki predstavlja novost na področju izvira svetlobe za ultra hitre raziskave z generiranjem nastavljajočih se femtosekundnih svetlobnih pulzov v spektralnem območju od infra rdeče pa vse do ekstremne ultravijolične svetlobe (XUV). XUV pulzi (okrog 105 – 108 fotonov/pulz v območju 14-80eV) so proizvedeni z višje harmoničnimi laserskimi vzbujanji molekul plina. Valovne dolžine tako dobljenih bliskov lahko selekcioniramo z uporabo monokromatorja. Nastavljive IR-UV pulze (1012-1015 fotonov/pulz v območju 0.4-5,6 eV) nato ojačamo z optičnim ojačevalnikom, katerega upravlja laser, s katerim so generirane višje harmonike. IR-UV in XUV pulzi nato potujejo po različnih optičnih poteh, ki jih je možno na koncu poti zopet združiti. Kot primer uporabe CITIUS-a so predstavljeni rezultati dveh eksperimentov. S prvim eksperimentom je raziskan časovni obstoj harmoničnih pulzov. Z drugim eksperimentom pa je prikazano ultra-hitro dinamično obnašanje različnih elementov v magnetnih zlitinah.
		ANG	We present the main features of CITIUS, a new light source for ultrafast science, generating tunable, intense, femtosecond pulses in the spectral range from infrared to extreme ultraviolet (XUV). The XUV pulses (about 105-108 photons/pulse in the range 14-80 eV) are produced by laser-induced high-order harmonic generation in gas. This radiation is monochromatized by a time-preserving monochromator, also allowing one to work with high-resolution bandwidth selection. The tunable IR-UV pulses (1012-1015 photons/pulse in the range 0.4-5.6 eV) are generated by an optical parametric amplifier, which is driven by a fraction of the same laser pulse that generates high order harmonics. The IR-UV and XUV pulses follow different optical paths and are eventually recombined on the sample for pump-probe experiments. We also present the results of two pump-probe experiments: with the first one, we fully characterized the temporal duration of harmonic pulses in the time-preserving configuration; with the second one, we demonstrated the possibility of using CITIUS for selective investigation of the ultra-fast dynamics of different elements in a magnetic compound.
	Objavljeno v		AIP - American Institute of Physics; Review of scientific instruments; 2014; Vol. 85, no. 2; str. 023104-1-023104-6; Impact Factor: 1.584; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; WoS: OA, UB;

	Avtorji / Authors: Grazioli C., Gauthier David, Ivanov R., Bučar Bojan, Merhar Miran, Ressel Barbara, De Ninno Giovanni
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomski dosežek																							
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>13343771</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Izbira nosilnega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Choosing a carrier mechanism for the front disc mower</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Za podjetje SIP Šempeter smo izvedli raziskavo, na podlagi katere smo ponudili inovativen koncept dviznega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico. Nov nosilni mehanizem omogoča dobro vidljivost pri košnji in transportu zaradi enostavne in kompaktne izvedbe, bistvena prednost pa je vzdolžno in prečno prilagajanje terenu z velikimi odkloni pri košnji. Ob morebitnem udarcu v oviro mehanizem s hitrim odmikom preprečuje poškodovanje kosilnega grebena.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>For the company SIP Šempeter a survey has been conducted which resulted in an innovative concept of the carrier mechanism for the front disc mower. The new carrier mechanism allows good visibility by mowing and transport due to its simple and compact design, the essential advantage however is the longitudinal and transverse adjustment when mowing terrain with large declines. In the event of a collision, the carrier mechanism prevents the damage to the cutterbar with rapid clearance.</td> </tr> <tr> <td>Šifra</td> <td colspan="2">F.06 Razvoj novega izdelka</td> </tr> <tr> <td>Objavljeno v</td> <td colspan="2">Fakulteta za strojništvo, LASEM; 2014; 9 str.; Avtorji / Authors: Šeruga Domen, Bogataj Sebastjan, Nagode Marko</td> </tr> <tr> <td>Tipologija</td> <td colspan="2">2.13 Elaborat, predštudija, študija</td> </tr> </table>	COBISS ID	13343771	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Izbira nosilnega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico	ANG	Choosing a carrier mechanism for the front disc mower	Opis	SLO	Za podjetje SIP Šempeter smo izvedli raziskavo, na podlagi katere smo ponudili inovativen koncept dviznega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico. Nov nosilni mehanizem omogoča dobro vidljivost pri košnji in transportu zaradi enostavne in kompaktne izvedbe, bistvena prednost pa je vzdolžno in prečno prilagajanje terenu z velikimi odkloni pri košnji. Ob morebitnem udarcu v oviro mehanizem s hitrim odmikom preprečuje poškodovanje kosilnega grebena.	ANG	For the company SIP Šempeter a survey has been conducted which resulted in an innovative concept of the carrier mechanism for the front disc mower. The new carrier mechanism allows good visibility by mowing and transport due to its simple and compact design, the essential advantage however is the longitudinal and transverse adjustment when mowing terrain with large declines. In the event of a collision, the carrier mechanism prevents the damage to the cutterbar with rapid clearance.	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka		Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, LASEM; 2014; 9 str.; Avtorji / Authors: Šeruga Domen, Bogataj Sebastjan, Nagode Marko		Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS ID	13343771	Vir: COBISS.SI																					
Naslov	SLO	Izbira nosilnega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico																					
	ANG	Choosing a carrier mechanism for the front disc mower																					
Opis	SLO	Za podjetje SIP Šempeter smo izvedli raziskavo, na podlagi katere smo ponudili inovativen koncept dviznega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico. Nov nosilni mehanizem omogoča dobro vidljivost pri košnji in transportu zaradi enostavne in kompaktne izvedbe, bistvena prednost pa je vzdolžno in prečno prilagajanje terenu z velikimi odkloni pri košnji. Ob morebitnem udarcu v oviro mehanizem s hitrim odmikom preprečuje poškodovanje kosilnega grebena.																					
	ANG	For the company SIP Šempeter a survey has been conducted which resulted in an innovative concept of the carrier mechanism for the front disc mower. The new carrier mechanism allows good visibility by mowing and transport due to its simple and compact design, the essential advantage however is the longitudinal and transverse adjustment when mowing terrain with large declines. In the event of a collision, the carrier mechanism prevents the damage to the cutterbar with rapid clearance.																					
Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka																						
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, LASEM; 2014; 9 str.; Avtorji / Authors: Šeruga Domen, Bogataj Sebastjan, Nagode Marko																						
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija																						
2.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>13674011</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Koncept gonila za "Food processor"</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Gearbox concept for "Food processor"</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Na osnovi projektnih zahtev je bilo zasnovano gonilo za »Foodprocesor«. Podani so bili kinematski pogoji, dimenzije vgradnega prostora in maksimalni izhodni vrtilni moment. V prvi fazi je bil narejen pregled možnih konceptov gonila, analiza konceptov in vrednotenje konceptov. Izbrana je bila najugodnejša izvedba gonila. Za podane kinematske pogoje so bile določene dimenzije zobnikov. Za različne materiale zobnikov je bila določena nosilnost posameznih zobnikov. Plastični zobniki so bili ovrednoteni po priporočilu VDI2736, jekleni pa po standardu ISO 6336. Izbrane so bile optimalne kombinacije materialov zobniški dvojic. Izdelani so bili 3D modeli izbranih zobnikov.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>A gearbox has been designed based on the project requirements for "Foodprocesor". They included kinematic conditions, the dimensions of the installation space and the maximum output torque. First, a review of possible gear concepts has been performed with each concept also analysed and evaluated. The most favorable option has then been selected. Next, the dimensions of the gears have been determined based on the given kinematic conditions. The load bearing of individual gears has been calculated for a variety of materials. Plastic and steel gears have been evaluated on the recommendation of VDI2736 and ISO 6336 standard, respectively. Finally, the optimal combination of materials for the gear sets</td> </tr> </table>	COBISS ID	13674011	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Koncept gonila za "Food processor"	ANG	Gearbox concept for "Food processor"	Opis	SLO	Na osnovi projektnih zahtev je bilo zasnovano gonilo za »Foodprocesor«. Podani so bili kinematski pogoji, dimenzije vgradnega prostora in maksimalni izhodni vrtilni moment. V prvi fazi je bil narejen pregled možnih konceptov gonila, analiza konceptov in vrednotenje konceptov. Izbrana je bila najugodnejša izvedba gonila. Za podane kinematske pogoje so bile določene dimenzije zobnikov. Za različne materiale zobnikov je bila določena nosilnost posameznih zobnikov. Plastični zobniki so bili ovrednoteni po priporočilu VDI2736, jekleni pa po standardu ISO 6336. Izbrane so bile optimalne kombinacije materialov zobniški dvojic. Izdelani so bili 3D modeli izbranih zobnikov.	ANG	A gearbox has been designed based on the project requirements for "Foodprocesor". They included kinematic conditions, the dimensions of the installation space and the maximum output torque. First, a review of possible gear concepts has been performed with each concept also analysed and evaluated. The most favorable option has then been selected. Next, the dimensions of the gears have been determined based on the given kinematic conditions. The load bearing of individual gears has been calculated for a variety of materials. Plastic and steel gears have been evaluated on the recommendation of VDI2736 and ISO 6336 standard, respectively. Finally, the optimal combination of materials for the gear sets									
COBISS ID	13674011	Vir: COBISS.SI																					
Naslov	SLO	Koncept gonila za "Food processor"																					
	ANG	Gearbox concept for "Food processor"																					
Opis	SLO	Na osnovi projektnih zahtev je bilo zasnovano gonilo za »Foodprocesor«. Podani so bili kinematski pogoji, dimenzije vgradnega prostora in maksimalni izhodni vrtilni moment. V prvi fazi je bil narejen pregled možnih konceptov gonila, analiza konceptov in vrednotenje konceptov. Izbrana je bila najugodnejša izvedba gonila. Za podane kinematske pogoje so bile določene dimenzije zobnikov. Za različne materiale zobnikov je bila določena nosilnost posameznih zobnikov. Plastični zobniki so bili ovrednoteni po priporočilu VDI2736, jekleni pa po standardu ISO 6336. Izbrane so bile optimalne kombinacije materialov zobniški dvojic. Izdelani so bili 3D modeli izbranih zobnikov.																					
	ANG	A gearbox has been designed based on the project requirements for "Foodprocesor". They included kinematic conditions, the dimensions of the installation space and the maximum output torque. First, a review of possible gear concepts has been performed with each concept also analysed and evaluated. The most favorable option has then been selected. Next, the dimensions of the gears have been determined based on the given kinematic conditions. The load bearing of individual gears has been calculated for a variety of materials. Plastic and steel gears have been evaluated on the recommendation of VDI2736 and ISO 6336 standard, respectively. Finally, the optimal combination of materials for the gear sets																					

		has been chosen. 3D models of selected gears have been created.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za vrednotenje konstrukcij; 2014; [24] f.; Avtorji / Authors: Okorn Ivan, Zalaznik Aleš, Nagode Marko
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
3.	COBISS ID	13350427 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Zdržljivost upogibnih nosilcev iz hibridnih kovinsko-nekovinskih materialov
		<i>ANG</i> Durability of metal-nonmetal hybrid bending beams
	Opis	<i>SLO</i> V doktorskem delu je predstavljena metodologija za razvojno vrednotenje nosilnih elementov, ki so izdelani iz hibridnih kovinsko-nekovinskih materialov. S primerno oblikovanim kovinskim vložkom se doseže izboljššan spoj med kovino in polimerom z uporabo obstoječih tehnologij, in posledično višjo togost, nosilnost in varnost nosilnih elementov. V doktorski disertaciji so predstavljeni tako način izdelave oblikovnih hibridnih spojev kot tudi metodologije za numerično in eksperimentalno vrednotenje teh spojev. Metodologija je bila validirana na konkretnih primerih oblikovnih hibridnih spojev med vložkom iz jeklene pločevine S420MC in polimerom PA6-GF60. Za te hibridne spoje je bila numerično in eksperimentalno določena statična natezna nosilnost ter eksperimentalno ocenjena dinamična nosilnost hibridnega spoja. Izbrana je bila tudi najprimernejša oblika hibridnega spoja za uporabo v upogibnih nosilcih.
		<i>ANG</i> The doctoral thesis presents the methodology for the development of load-bearing components made from hybrid metal-nonmetal materials. With a properly designed metal insert, a superior bond between the metal and the polymer can be achieved by the use of standard processing technology. This results in higher stiffness, strength and safety of the load bearing components. The thesis presents the procedure for designing the geometrical joints and the methodology for experimental and numerical evaluation of these joints. The presented methodology was validated on specifically designed geometrical joints between a sheet metal insert (S420MC) and the PA6-GF60 polyamide. For the hybrid joints, static tensile and experimental durability experiments were performed as well as numerical simulations of the load-carrying capacity of these joints and bending beams. The most appropriate shape of the hybrid joint was chosen for integration in the hybrid bending beams.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[M. Miklavec]; 2014; 114 f.; Avtorji / Authors: Miklavec Matej
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
4.	COBISS ID	13326619 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Adhesive tape adherence test
		<i>ANG</i> Preskuševališče za odlepni test
	Opis	<i>SLO</i> Za podjetje Hella Saturnus Slovenija d.o.o. (HSS) je bilo razvito in izdelano univerzalno avtomatizirano preskuševališče za izvajanje odlepnega testa na leči žarometov po ECE normativih. Preskuševališče omogoča tako kvalifikacijo različnih lepilnih trakov, kakor tudi izvajanje odlepnih testov za vse vrste žarometov: od najmanjših meglenk, do največjih žarometov gospodarskih vozil. Preskuševališče je bilo tudi nameščeno v optometrični oddelek podjetja HSS.
		<i>ANG</i> For a company Hella Saturnus Slovenija d.o.o. (HSS) a universal automatised test stand that enables performing of adhesive tape adherence test for headlamp lenses according to ECE regulations was developed and built. With the test stand it is possible to perform adhesive tape

		qualifications as well as adherence tests in a range from the smallest (fog lamps) to the largest headlamps (main headlamps of combined vehicles). The test stand was installed at the optometric laboratory of the HSS company.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Katedra za strojne elemente in razvojna vrednotenja; 2014; [68] f.; Avtorji / Authors: Franko Mitja, Janeš Jure, Nerat Miran, Klemenc Jernej
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
5.	COBISS ID	2305673 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Mehanska gonila v lesnoobdelovalnih strojih
		<i>ANG</i> Mechanical drives in woodworking machines
	Opis	<i>SLO</i> V okviru vabljenega predavanja na University of Applied Sciences v Salzburgu je bila predstavljena tematika mehanskih gonil. Obravnavane so bile različne vrste mehanskih gonil, njihove lastnosti in uporabnost za različne pogone v lesnoobdelovalnih strojih.
		<i>ANG</i> In the context of the invited lectures at the University of Applied Sciences in Salzburg the topic of mechanical drives was presented. In the lecture different types of mechanical drives, their properties and applicability for different drives in woodworking machines were discussed.
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v	University of applied sciences; 2014; Avtorji / Authors: Fajdiga Gorazd
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi

## 8. Drugi pomembni rezultati programske skupine<sup>Z</sup>

Programska skupina stalno sodeluje s partnerji iz industrije v okviru dolgoročnih pogodb. Naši največji partnerji v letu 2014 so bili Hella Saturnus Slovenija, TPV, Continental, SIP Šempeter, Siemens, M Sora, 3D Konstrukcije, Reiter Bioholz GmBh.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>B</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

*SLO*

Najpomembnejši dosežki programske skupine Razvojna vrednotenja v obdobju od 2009 do 2014 je mogoče strniti v:

- Dopolnjen in izpopolnjen je bil algoritem za oceno parametrov in uteži končnih mešanih porazdelitev, ki sedaj vključuje normalno, log-normalno, Weibullovo, gama, Poissonovo, binomsko in Dirackovo parametrično družino. V programskih jezikih C in R je bila izdelana programska koda, objavljena na <http://cran.r-project.org/web/packages/rebmix/index.html>, ki uporabnikom omogoča enostavno uporabo, nam pa preprosto vzdrževanje in nadgrajevanje.
- Razvit je bil algoritem za napovedovanje napetostno-deformacijskih stanj in dobe trajanja v pogojih termo-mehanskega utrujanja v časovni domeni. Algoritem temelji na metodi Prandtlovih operatorjev in upošteva elastičnost, plastičnost, viskoznost, utrujanje, lezenje in oksidacijo gradiva. Algoritem je na voljo kot Thermal Fatigue opcija na strani [http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/lms/virtual-lab/durability/options.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/lms/virtual-lab/durability/options.shtml) proizvajalca programske opreme Siemens.
- Razvito in objavljeno je bilo novo znanje s področja razumevanja napetostno-deformacijskih stanj in dobe trajanja zračnih vzmeti in gume.
- Razvito in objavljeno je bilo novo znanje s področja razumevanja termo-mehanskega utrujanja v frekvenčni domeni.
- Razvito je bilo novo znanje s področja razumevanja staranja kovinskih gradiv z in brez

prisotnosti zvarnega spoja.

- Razvito je bilo novo znanje s področja razumevanja utrujanja aluminijastih ulitkov z napakami in brez njih.
- Razvito je bilo novo znanje s področja razumevanja utrujanja hibridnih kovinskih-nekovinskih gradiv.
- Razvito je bilo novo znanje s področja razumevanja obnašanja materialov in komponent pri mehanskih obremenitvah, ki rezultirajo v velikih hitrostih specifičnih deformacij.
- Dopolnjene in izpopolnjene so bile metode za opis krivulj zdržljivosti in njihovega raztrosa z metodami umetne inteligence in evolucijskih algoritmov.
- Razvito in aplicirano je bilo novo znanje na področju avtonomnih samohodnih sistemov za večnamensko manipulacijo in obdelavo izdelkov.
- Razvito je bilo novo znanje na področju modeliranja nosilnih lesenih kompozitov.
- Razvito je bilo novo znanje na področju tvorjenja odrezkov oz. modela za opis nastanka odrezka lignoceluloznih kompozitnih materialov.
- Razvito je bilo novo znanje na področju vrednotenja nosilnosti lignoceluloznih embalažnih kompozitov.

ANG

The most important achievements of the programme group Development Evaluations can be in the period from 2009 to 2014 summarised as:

- The algorithm to estimate the parameters and weights of finite mixture distributions has been updated and improved. It now includes normal, log-normal, Weibull, gamma, Poisson, binomial and Dirack parametric families. A programme code has been designed in programming languages C and R, it is published on <http://cran.r-project.org/web/packages/rebmix/index.html> and allows easy use and simple maintenance and upgrading for the developers.
- An algorithm has been developed to predict the stress-strain states and lifetimes in terms of thermo-mechanical fatigue in the time domain. The algorithm is based on Prandtl operators and takes into account elasticity, plasticity, viscosity, fatigue, creep and oxidation of the material. The algorithm is available as Thermal Fatigue option of the software manufacturer Siemens [http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/lms/virtual-lab/durability/options.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/lms/virtual-lab/durability/options.shtml).
- New knowledge in understanding stress-strain states and lifetimes of air springs and rubber has been developed and published.
- New knowledge in understanding the thermo-mechanical fatigue in the frequency domain has been developed and published.
- New knowledge in understanding the aging of metallic materials with and without the presence of welded joints has been developed and published.
- New knowledge in understanding the fatigue of aluminium castings with errors and without them has been developed and published.
- New knowledge in understanding the fatigue of hybrid metallic and non-metallic materials has been developed and published.
- New knowledge in understanding the behaviour of materials and components for mechanical loads that result in high strain rates has been developed and published.
- Descriptions of durability curves and their spread have been amended and improved with methods of artificial intelligence and evolutionary algorithms.
- Developed and applied was new knowledge in the field of autonomous self moving systems for multi-purpose manipulation and processing of products.
- New knowledge in the field of modeling of wooden construction composites was developed.
- New knowledge in the field of chip formation process in the cutting of lignocellulosic composites was developed.
- New knowledge in the field of evaluation of load capacity of lignocellulosic composites packaging was developed.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Najpomembnejši dosežki programske skupine Razvojna vrednotenja v obdobju od 2009 do 2014 je mogoče strniti v:

- Svoje znanje smo v okviru predmetov Strojni elementi 1, 2 in 3, Obratovalna trdnost,

Razvojna vrednotenja, Efektivnost izdelkov, Efektivnost proizvodov, Dinamika vozil, Transmisije vozil, Strojni elementi in pogonska tehnika, Avtomatizacija mehanskih obdelovalnih procesov, Stroji za mehansko obdelavo lesa prenašali na študente I. in II. stopnje ter na doktorske študente.

- Bili smo mentorji 93 novim diplomantom, 9 magistrom ter 10 doktorjem znanosti.
- S svojim znanjem smo pri reševanju razvojno-raziskovalnih problemov pomagali naslednjim podjetjem s sedežem v Sloveniji: Cimos, Hella Saturnus Slovenija, TPV, Knauf Insulation, Sistemska Tehnika, Continental, SIP Šempeter, BSH HIŠNI APARATI, Žičnice Vogel Bohinj, M Sora.

ANG

The most important achievements of the programme group Development Evaluations can be in the period from 2009 to 2014 summarised as:

- Our knowledge in the course of Machine Elements 1, 2 and 3, Operational strength, Development Evaluations, Effectiveness of systems, Effectiveness of products, Vehicle dynamics, Transmissions of vehicles, Machinery elements and drive technique, Mechanical processing technologies automation, Wood mechanical processing machinery has been transferred to students of the I. and the II. degree and to doctoral students.
- We have been mentors to 93 new graduates, 9 masters and 10 doctors of science.
- We helped the following companies based in Slovenia with our knowledge when solving R & D problems: Cimos, Hella Saturnus Slovenija, TPV, Knauf Insulation, Sistemska Tehnika, Continental, SIP Šempeter, BSH HIŠNI APARATI, Žičnice Vogel Bohinj, M Sora.

## 10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>11</sup>

### 10.1. Diplome<sup>12</sup>

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	6
bolonjski program - II. stopnja	8
univerzitetni (stari) program	87

### 10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti<sup>13</sup>

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
33825	Matej Miklavc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26555	Matej Volk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26561	Simon Oman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32075	Aleš Gosar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32074	Ana Bižal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29046	Henrik Zaletelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29047	Domen Šeruga	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
21351	Miha Janežič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
20659	Andrej Wagner	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
22063	Miran Merhar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
20823	Tomaž Bešter	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

**11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju<sup>14</sup>**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev
33825	Matej Miklavc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
26555	Matej Volk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
26561	Simon Oman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
32075	Aleš Gosar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
32074	Ana Bižal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

**12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev
		<input type="text"/>	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent – doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

**13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>15</sup>**

SLO

Od 1.1.2010 do 30.6.2012 je trajal projekt CROSS-INNO, sofinanciran s strani čezmejnega sodelovanja med Republiko Avstrijo in Republiko Slovenijo. V sklopu tega projekta so sodelavci programske skupine sodelovali pri izvedbi inovativnih pilotnih projektov za mala in srednja podjetja KAC d.o.o., MAPRO d.o.o. in PECKER d.o.o.

**14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS<sup>16</sup>**

SLO

Ker število projektov izvedenih za industrijo presega dovoljeni obseg znakov, so v nadaljevanju navedeni le projekti v letu 2014. Na koncu navajamo še skupno število izvedenih projektov po posameznih vodjih.

Za podjetje SIP Šempeter so bile izvedene naslednje naloge (vodja Marko Nagode):

Analiza dvigovanja vlečene kosilnice. 2014. 9 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13721883]

Analiza mehanizma zgrabljalnika SPIDER 1100. 2014. 24 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13366299]

Analiza rezultatov meritev obremenitev ter določitev nove optimalne točke vpetja cilindra pri vlečeni kosilnici. 2014. 13 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13784091]

Analiza zgrabljalnika Spider 1100 s spremenjenim dviznim mehanizmom. 2014. 21 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13374235]

Izbira nosilnega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico. 2014. 9 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 13343771]

Končna zasnova nosilnega mehanizma za prednjo diskasto kosilnico. 2014. 8 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13643547]

Nova konstrukcija pogonske gredi vrtavk za obračalnik Spider 1500. 2014. 13 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13721627]

Preračun ogrodja zgrabljalnika STAR 1000. 2014. 15 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 13803291]

Preračun spoja na prečnem nosilcu nakladalne prikolice. 2014. 8 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13576731]

Dinamično obremenjevanje konstrukcij: vabljen predavanje v podjetju SIP, 12. 2. 2014, Šempeter v Savinjski dolini]. [2014]. [COBISS.SI-ID 13378843]

Za podjetje Continental so bile izvedene naslednje naloge (vodja Marko Nagode):

Analiza in potrebne korekcije odvalnega valja GY12\_144-1\_AS-SCB. 2014. [22] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13356315]

ASDJR020 - analiza odvalnega valja. 2014. 11 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13708827]

Koncept in kontrola bata zračne vzmeti iz polimernega materiala – Scania. 2014. 17 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13613851]

Primerjalna analiza vpenjalcev meha. 2014. [17] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13804827]

Razvoj vpenjalca iz polimernega materiala. 2014. [11] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13804571]

Sprememba in optimizacija odvalnega valja GY12\_144-1\_AS-SCB. 2014. [22] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13356571]

VB-AirSuspension : optimizacija polimerne plošče in valja. 2014. [10] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13494811]

VB-AirSuspension : primerjava različnega ozobljenja na izvlečno silo meha. 2014. [13] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13494299]

Volvo : FEM Analysis of bead plate to main beam connection. 2014. [15] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13495323]

Za podjetje BSH HIŠNI APARATI so bile izdelane naslednje naloge (vodja Marko Nagode):

Koncept gonila za "Food processor". 2014. [24] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13674011]

Za podjetje Žičnice Vogel Bohinj so bile izdelane naslednje naloge (vodja Marko Nagode):

Statična numerična trdnostna analiza nosilnega stebra št. 19 sedežne žičnice Zadnji Vogel. 2014. 30 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13315611]

Statična numerična trdnostna analiza nosilnega stebra št. 19 sedežne žičnice Zadnji Vogel : dodatni kontrolni preračun. 2014. 30 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13338907]

Za podjetje Hella Saturnus Slovenija so bile izvedene naslednje naloge (vodja Jernej Klemenc)

Adhesive tape adherence test. 2014. [68] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13326619]

Analiza vijaka zvez na hladilnik PCB vezij : prvo delno poročilo. 2014. [28] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13768987]

Izvelčni preskus vložkov s krogličnim vpenjalom za žaromet. 2014. [14] f., ilustr. [COBISS.SI-ID



13745179]

Vzmetne karakteristike vzmeti za pritrditev H4 žarnic. 2014. [38] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13650715]

Za podjetje TPV so bile izvedene naslednje naloge (vodja Jernej Klemenc)

EksPLICITNA analiza stabilnosti cevi : končno poročilo. 2014. 12 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 13313051]

Ocena zdržljivosti aluminijeve zlitine AlSi9Cu3. 2014. 10, 1 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13898011]

Poškodbena analiza nosilca pretičnega mehanizma. 2014. 11 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13772571]

Primerjava Wöhlerjevih krivulj za dve sarži materiala S355J2(G3)C+C. 2014. 19 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13541915]

Za podjetje Sistemska Tehnika so bile izvedene naslednje naloge (vodja Jernej Klemenc)

Določitev Wöhlerjevih krivulj za material OTV1B. 2014. 11 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13542427]

Določitev Wöhlerjevih krivulj za material OTV1C. 2014. 11 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13542171]

Za podjetje Pipistrel so bile izvedene naslednje naloge (vodja Jernej Klemenc)

Merjenje obratovalnih razmer lahkih letal med letom. 2014. 37 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 13664027]

Uporabna metoda Skopinski za kalibracijo merilnih mest na repnem konusu lahkega kompozitnega letala. 2014. 32 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 13664539]

Za podjetje M Sora so bile izvedene naslednje naloge (vodja Gorazd Fajdiga)

Napetostno deformacijska analiza lesenega nosilca iz smreke. 2014. 29 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2199177]

Napetostno deformacijska analiza lesenega nosilca z ojačitvami. 2014. 48 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2198921]

Za podjetje Novaki je bila izvedena naslednja naloga (vodja Gorazd Fajdiga)

Stress-strain analysis of loading-bearing structure. 2014. 18 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2218377]

Skupno število projektov po vodjih v obdobju 2009 do 2014:

Marko Nagode 79

Jernej Klemenc 62

Gorazd Fajdiga 14

**15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)**<sup>12</sup>

SLO

PS že vse od ustanovitve skrbi, da razvija nova znanja na nivoju, ki omogoča takojšnjo implementacijo v prakso. Pri tem je nadpovprečno uspešna, saj s svojim znanjem pomaga številnim slovenskim in tujim podjetjem pri osvajanju novih izdelkov in razvojnih tehnologij.

Do sedaj smo sodelovali z večjimi podjetji Cimos, Hella Saturnus Slovenija, TPV, Continental, Donit Tesnit, SIP Šempeter, Siemens, Bosal, Borgwarner in številnimi drugimi manjšimi podjetji. Razen s Cimos in Borgwarner sodelujemo še vedno z vsemi zgoraj naštetimi podjetji. Z M Sora prav tako še vedno sodelujemo.

**16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali**

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme <sup>18</sup>	

## 17. Izjemni dosežek v letu 2014<sup>19</sup>

### 17.1. Izjemni znanstveni dosežek

GRAZIOLI, C., GAUTHIER, David, IVANOV, R., BUČAR, Bojan, MERHAR, Miran, RESSEL, Barbara, DE NINNO, Giovanni, et al. CITIUS : an infrared-extreme ultraviolet light source for fundamental and applied ultrafast science. [COBISS.SI-ID 3223291]

Opis dosežka je v priloni.

### 17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

FRANKO, Mitja, JANEŠ, Jure, NERAT, Miran, KLEMENC, Jernej. Adhesive tape adherence test. 2014. [COBISS.SI-ID 13326619]

Za Hella Saturnus Slovenija (HSS) je bilo na novo razvito in izdelano univerzalno avtomatizirano preskuševališče za izvajanje odlepnega testa na leči žarometov po ECE normativih. Zanj je bila napisana tudi merilno krmilna aplikacija, s pomočjo katere se avtomatsko izvršijo aktivacija preskuševališča, meritev, povratek v mirujoče stanje, obdelava podatkov in zapis v datoteko, kar omogoča 100% sledljivost meritev. Preskuševališče dosega vse zahtevane karakteristike, hkrati pa izpolnjuje vse varnostne zahteve za uporabo v industrijskem okolju. Omogoča tako kvalifikacijo različnih lepilnih trakov, kakor tudi izvajanje odlepnih testov za vse vrste žarometov: od najmanjših meglenk, do največjih žarometov gospodarskih vozil. Preskuševališče je bilo nameščeno v optometrični oddelek HSS, narejeni so bili prevzemni preskusi in izvedena predaja v uporabo.

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
matične RO (JRO in/ali RO s  
koncesijo):*

in

*vodja raziskovalnega programa:*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za  
strojništvo

Marko Nagode

**ŽIG**

Kraj in datum:

Ljubljana

27.2.2015

**Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/57**

Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://www.sicris.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>16</sup> Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>17</sup> Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>18</sup> Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>19</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega

dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitve dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2015 v1.00a

A4-6D-2D-42-7B-81-FE-56-14-FA-98-08-92-5D-EA-7B-9A-3D-F7-75

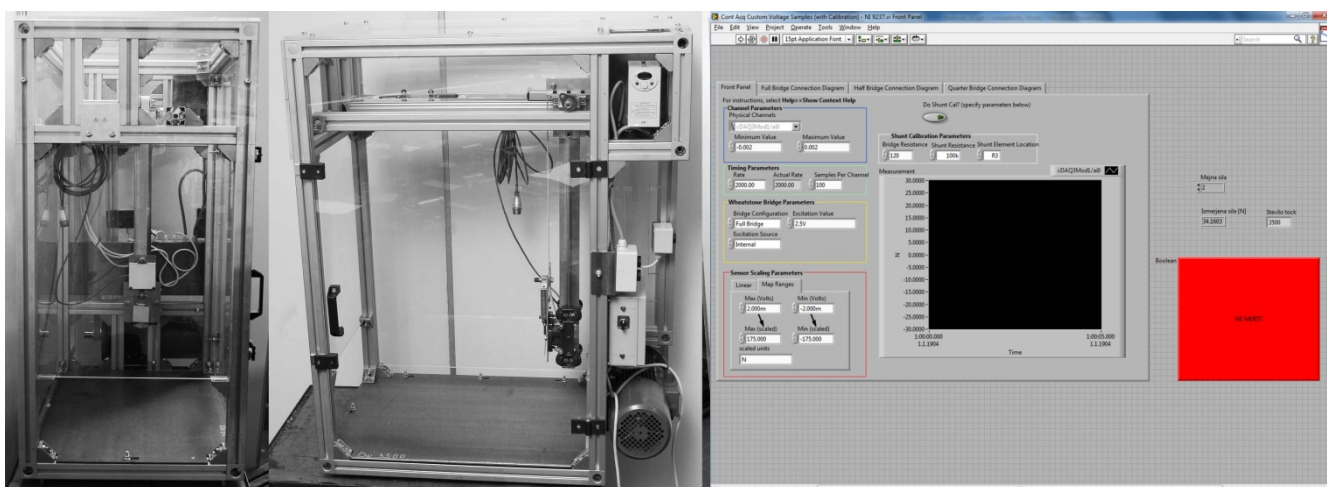
## **Priloga 1**

## 2 TEHNIKA

### Področje: 2.11 Konstruiranje

Dosežek: Razvoj univerzalnega preskuševališča za odlepni test žarometov za podjetje HELLA Saturnus Slovenija d.o.o.

FRANKO, Mitja, JANEŠ, Jure, NERAT, Miran, KLEMENC, Jernej. Adhesive tape adherence test. 2014. [COBISS.SI-ID 13326619]



Opis dosežka oziroma učinka:

Za Hella Saturnus Slovenija (HSS) je bilo na novo razvito in izdelano univerzalno avtomatizirano preskuševališče za izvajanje odlepnega testa na leči žarometov po ECE normativih. Zanj je bila napisana tudi merilno krmilna aplikacija, s pomočjo katere se avtomatsko izvršijo aktivacija preskuševališča, meritve, povratek v mirujoče stanje, obdelava podatkov in zapis v datoteko, kar omogoča 100% sledljivost meritev. Preskuševališče dosega vse zahtevane karakteristike, hkrati pa izpolnjuje vse varnostne zahteve za uporabo v industrijskem okolju. Omogoča tako kvalifikacijo različnih lepilnih trakov, kakor tudi izvajanje odlepni testov za vse vrste žarometov: od najmanjših meglenk, do največjih žarometov gospodarskih vozil. Preskuševališče je bilo nameščeno v optometrični oddelek HSS, narejeni so bili prevzemni preskusi in izvedena predaja v uporabo.

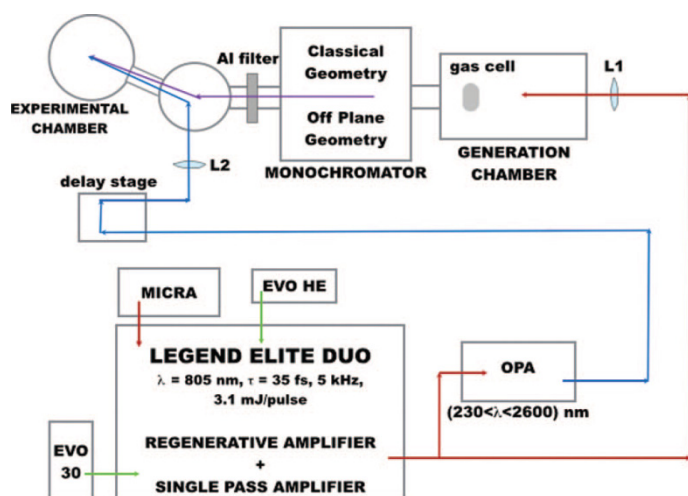
## **Priloga 2**

## VEDA

Področje: šifra in naziv področja

Dosežek 1: CITIUS: An infrared-extreme ultraviolet light source for fundamental and applied ultrafast science,

GRAZIOLI, C., GAUTHIER, David, IVANOV, R., BUČAR, Bojan, MERHAR, Miran, RESSEL, Barbara, DE NINNO, Giovanni, et al. CITIUS : an infrared-extreme ultraviolet light source for fundamental and applied ultrafast science. Review of scientific instruments, ISSN 0034-6748, 2014, vol. 85, no. 2



Vir svetlobe, ki je realiziran v projektu predstavlja vrhunec inovacije na tem področju. Svetloba je generirana z zbiranjem laserske svetlobe iz laserja visoke moči na curek plinskih molekul. Interakcija med laserskim žarkom in plinskimi molekulami povzroči nastanek svetlobnih bliskov katerih trajanje je nekaj deset femtosekund. Valovna dolžina tako nastalih bliskov je določena z deležem valovne dolžine laserske svetlobe in sega v območje rentgenskih žarkov. Valovno dolžino je dalje možno zožiti s pomočjo monokromatorja in jo fokusirati na vzorec v vakuumski komori, kjer so tudi različni instrumenti, ki omogočajo analizo svetlobe in/ali delcev, ki izidejo iz vzorca kot posledica interakcije bliskov z vzorcem. Celotni sistem se nahaja na posebej izdelani armiranobetonski konstrukciji, ki je z vseh strani obdana z materialom, ki ima močne dušilne lastnosti. Zasnova konstrukcije in ustrežna izbira dušilnega materiala je rezultat obširnih meritev predhodne razpoložljive konstrukcije ter njene prenosnosti vsiljenih nihanj iz bližnje in daljne okolice. Zasnova podložne konstrukcije je bila toliko bolj zahtevna, ker je v neposredni bližini baza gradbenega podjetja, do zdaj poznani podobni obstoječi sistemi pa so zgrajeni običajno daleč od cestno prometnih povezav in težke industrije. Ker je valovna dolžina omenjenega svetlobnega vira zelo kratka, je vsako vsiljeno nihanje z najmanjšo amplitudo, ki se prenese na merilno mizo in s tem na merilne instrumente odločilno na rezultate testiranja.