

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/58



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2148
Naslov projekta	Razvojna metoda za modeliranje posledic pri ekstremno obremenjenih konstrukcijah
Vodja projekta	819 Matija Fajdiga
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.11 Konstruiranje 2.11.03 Specialna razvojna znanja
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2.Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.05
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Cilj raziskave je bil zasnovati preskus in metodologijo, s katero bi določili optimalne vrednosti empiričnih konstant za materialne modele, ki upoštevajo vpliv hitrosti specifičnih deformacij na lastnosti materialov.

V raziskavi smo zasnovali nov preskus, ki ustreza zahtevanemu območju hitrosti deformacij in

naslednjim pogojem: da je preskus čimbolj enostaven, da ga je možno izvesti na že obstoječem preizkuševališču, da je končna deformacija preizkušanca lahko merljiva in da značilna končna deformacija ni v rangi velikosti merilne napake. Takšen preskus je vtisk kroglice v pločevino, kjer kroglico izstrelimo v vzorce pločevine. Odločili smo se, da bomo pri našem preskusu skušali oceniti tudi časovno komponento trka, ki jo bomo pozneje upoštevali pri optimizaciji parametrov. Zato je bilo potrebno nadgraditi obstoječe preizkuševališče z ustreznim zaznavalom. Časovno komponento trka smo merili s pomočjo merilnih lističev na samem vzorcu. Spremenili smo obliko preizkušancev glede na preliminarne teste, kjer so bili iz ukrivljene pločevine. Tako smo določili pravokotno obliko preizkušanca ravne pločevine. Med preskusom smo spremljali časovni potek specifične deformacije v bližini trka kroglice, po koncu pa smo izmerili še geometrijo deformiranega preizkušanca.

S pridobljenimi podatki smo lahko začeli postopek določitve parametrov materialnega modela. Najprej smo izvedli numerično simulacijo vtiska kroglice v ravno pločevino. V tem primeru nismo upoštevali vpliva hitrosti specifičnih deformacij. Primerjava merjenih in simuliranih rezultatov je pokazala bistveno razliko tako pri geometriji končne oblike preizkušanca kot pri časovnem poteku specifične deformacije. Nato smo simulacije izvajali z upoštevanjem vpliva hitrosti specifičnih deformacij. Ta vpliv določata parametra C in P v enačbi Cowper-Symondsovega materialnega modela. Da bi lahko poiskali njuno optimalno kombinacijo, pri kateri bi se rezultati simulacij približali rezultatom meritve, smo za različne kombinacije vrednosti parametrov izvedli simulacije. Za vsako od teh kombinacij smo izračunali vrednost ciljne funkcije in dobili točke v prostoru. Skozi te točke smo aproksimirali površino in nato z evolucijskim algoritmom poiskali pri kateri kombinaciji parametrov je vrednost ciljne funkcije minimalna. Ciljno funkcijo smo določili iz merjenih končnih deformacij preizkušanca. Iz časovnega poteka specifične deformacije smo lahko le ocenili približen čas trka in dokazali, da smo s simulacijo dobili enak časovni pojav kot med preskusom.

S kombinacijo parametrov C in P, ki smo jo dobili v postopku optimizacije smo izvedli simulacije. Rezultati teh se bolje ujemajo z meritvami, kot rezultati brez upoštevanja te kombinacije parametrov.

V projektu smo uspešno določili metodologijo, s katero je mogoče na dovolj enostaven način določiti vrednosti parametrov materialnih modelov, ki upoštevajo vpliv hitrosti specifičnih deformacij.

ANG

The aim of this project was to design a simple experiment and a methodology to identify the optimum values of empirical constants for the material models which consider the strain rate effect on the material properties.

In this study, we designed a new experiment which had to meet the following conditions: the experiment has to be simple, it has to be implemented on existing test rig, it has to reach the required range of the strain rate, the final deformations of the specimen can be measured and the final deformation is not in the size of the measurement error. Such an experiment is impress a ball into a plate where the ball is shot into a specimen of the sheet.

During the experiment we wanted to measure the time component of the ball impact, which could be included in the optimisation process. The specimen was determined as a flat rectangular plate with strain-gauges, which were measure the time course of the strain during the experiment. The measured data were also the final deformation of the specimen.

With these data, we began the optimisation process to identify the missing parameters of the Cowper-Symonds material model. First, we performed numerical simulation of the experiment in which we did not consider the strain-rate effect. The comparison of the measured and simulated results showed significant disagreement in both the final shape and the time course of the strain. After that, we performed simulations with consideration of the strain rate effect. The strain rate effect in Cowper-Symonds material model is determined by the parameters C and P. We defined different combinations of the parameters values and performed the simulations. For each combination the cost function of the results was calculated. The combinations of the parameter values and their corresponding cost function values formed the points in the three dimensional space, through which the surface was modeled. With evolution algorithm we found the optimum value of the cost function and her combinations of the parameter values.

With optimum values of the parameters C and P from the optimisation process we performed another numerical simulation. The results from this simulation coincide with experimental results much better than results from the simulations without parameters C and P.

In the project we successfully designed the methodology to identify the missing parameters of the material models, which consider the strain rate effect.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Faza 1:

Analiza in vrednotenje trenutnega stanja razvoja na področju materialnih modelov, ki se uporabljajo za simulacije konstrukcij, ki so obremenjene z ekstremnimi mehanskimi obremenitvami.

Na osnovi relevantne literature je bila opravljena študija, v kateri so bili predstavljeni postopki, ki se ali bi se lahko uporabljali za določitev parametrov materialnih modelov.

Faza 2:

Izbira najobetavnejših materialnih modelov s stališča uporabnosti ter potrebne količine parametrov, ki jih je potrebno določiti.

Na osnovi študije iz predhodne faze smo raziskali, kateri materialni modeli so vgrajeni v programskih orodjih, ki so nam na voljo. Izbrani so bili konstitutivni materialni modeli, ki vsebujejo empirične konstante, katere lahko enostavno določimo iz eksperimentov.

Faza 3:

Določitev oblike ustrezne oblike preizkušanca in procedure za izvedbo preskusa.

Iz relevantne literature in predhodnih raziskav smo ugotovili območje hitrosti deformacij. Izvedli smo tudi primerjavo z že obstoječimi oblikami preizkušanca in ugotovili da bodo potrebne modifikacije. Na osnovi te primerjave, smo ustrezno spremenili obliko preskušancev.

Faza 4:

Izpeljava enačb in izbira optimizacijski algoritem za izračun parametrov izbranih materialnih modelov.

Izpeljali smo enačbe za popis trka dveh teles z elasto-plastičnim materialnim modelom, ter enačbe za popis gibanja nedeformiranega dela preizkušanca. Iz teh enačb lahko določimo ustrezne dimenzije preizkušanca. Sprogramirali in analizirali smo tri optimizacijske algoritme za določevanje parametrov materialnih modelov. Algoritme smo preskusili na realnem primeru in izbrali najprimernejši algoritem za našo aplikacijo.

Faza 5:

Dograditev obstoječega univerzalnega preskuševališča za izvajanje preskusnih trkov tako, da bo mogoče izvajati preskus, ki bo definiran v 3. fazi projekta.

Preskuševališče je ustrezno dograjeno. Glede na rezultate pilotne serije, smo preskuševališče dopolnili tako, da je med eksperimentom možno meriti časovno komponento trka.

Faza 6:

Izvedba pilotne serije eksperimentov s preskušanci in proceduro iz 3. faze projekta.

Opravljena je bila pilotna serija eksperimentov v laboratoriju podjetja Cimos d.d.

Faza 7:

Optimizacija parametrov izbranih materialnih modelov v skladu s proceduro iz 4. faze projekta.

Izvedena je bila analiza in optimizacija parametrov materialnega modela poliuretanske pene. Rezultat te optimizacije je bil predstavljen na dveh mednarodnih konferencah v letu 2011.

Faza 8:

Izvedba numeričnih simulacije preskusa iz 6. faze projekta in ocena korelacije med rezultati eksperimentov in simulacij za izbrano obliko preskušanca in testno proceduro.

Numerične simulacije preskusa iz faze 6 so bile izvedene. Analiza je pokazala ustrezno korelacijo med eksperimentalno in numerično dobljenimi rezultati.

Faza 9:

Izvedba numeričnih simulacij za preskusne trke na novo razvitih varnostnih elementov vozil.

Izvedli smo numerične simulacije preskusov trka kroglic v ohišje rotorja turbokompresorja.

Faza 10: Izvedba preskusnih trkov za tipične varnostne elemente vozil na univerzalnem preskuševališču za izvajanje preskusnih trkov. Verifikacija metode za izvajanje razvojnih vrednotenj varnostnih elementov vozil na osnovi korelacije med rezultati eksperimentov in simulacij.

Izvedeni so bili preskusi trkov kroglic v ohišje rotorja turbokompresorja. Poleg tega smo metodo že aplicirali tudi za oceno materialnih karakteristik pen, ki se uporabljajo za avtomobilske sedeže. Prve simulacije obnašanja sedežev pri trku s tako definiranim materialom so bile že izvedene. Izvedli smo verifikacijo metode na osnovi korelacije med rezultati eksperimentov in simulacij.

Faza 11: Izdelava zaključnega poročila.

Izdelali smo zaključno poročilo in ga predstavili sofinancerju.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

V letu 2009 sta bili v celoti realizirani prva (300 ur) in druga faza projekta (300 ur). Delno sta bili realizirani tretja (cca. $2/3 = 300$ ur) in četrta faza (cca. $1/4 = 133$ ur).

V letu 2010 sta bili dokončani tretja (cca. 150 ur) in četrta faza projekta (cca. 367 ur), v celoti sta bili realizirani šesta (100 ur) in sedma faza projekta (350 ur). Delno sta bili realizirani peta (cca. $1/2 = 383$ ur) in osma faza (cca. $1/2 = 200$ ur),

V letu 2011 sta bili dokončani peta (cca. 317 ur) in osma faza projekta (cca. 200 ur). Delno so bile realizirane še deveta (cca. $2/3 = 520$), deseta (cca. $4/5 = 480$) in enajsta faza (cca. $1/4 = 33$ ur).

Te faze (deveta cca. 260 ur, deseta cca. 120 ure in enajsta cca. 99 ur) so bile v celoti dokončane do konca meseca aprila leta 2012.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Spremembe niso bile potrebne.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	12166171	Vir: COBISS.SI
	Naslov	Dinamika kontakta med kembljem in zvonom	

		ANG	Dynamics of a clapper-to-bell impact	
Opis		SLO	Zvonovi so med zvonjenjem obremenjeni z ekstremnimi dinamičnimi obremenitvami, kar se kaže v različnih vrstah poškod zaradi obrabe materiala, utrujanja, razlik v materialu, različnih oblik zvona in kemblja, itd. V okviru projekta PROBELL (Vzdrževanje in zaščita zvonov), ki ga je financirala EU, smo izvedli eksperimentalno preiskavo in simulacije s končnimi elementi za proučevanje kontakta med zvonom in kembljem. Najprej smo izdelali poenostavljen model, s katerim bi v laboratorijskih pogojih ocenili posledice ponavljajočega udarca med sferičnim jeklenim telesom in bronasto ploščo. Ko so se rezultati simulacij ujemali z rezultati meritev poenostavljenega modela, smo izdelali celotni model za simuliranje ponavljajočega se udarca kebmlja v zvon. Simulacije smo izvedli za različne vrednosti parametrov, ki vplivajo na konstrukcijske lastnosti zvona in kemblja: material kemblja, teža kemblja, relativna hitrost in kot udarca kemblja, oblika kemblja, natančnost vodenja kemblja, debelina zvona in koeficient trenja med zvonom in kembljem. Predstavljena je primerjava, ujemanje rezultatov simulacij in meritev ter povezava napetostno-deformacijskega stanja z poškodbo zvona na mestu kontakta.	
		ANG	Church bells are exposed to severe loading conditions during ringing, which results in different damage modes due to material wear, fatigue loading, material deficiencies, different clapper-to-bell layouts, etc. As part of the activities of an EU-funded project called Maintenance and Protection of Bells (PROBELL), experimental investigations and finite-element simulations of the local contact between the clapper and the bell were carried out to study the wear-related damage to bells. First a simplified model was built to assess under the laboratory-controlled conditions the consequences of the repetitive impacts between a spherical body made from steel and a flat block made from bronze. After the results of the finiteelement simulations for a simplified model were in reasonable agreement with the measured data a full-scale finite-element model for simulating the repetitive clapper-to-bell strokes was built. The simulations with the full-scale model were performed for variations of the parameters that influence the structural behaviour of the bell and the clapper: the clapper material, the clapper mass, the relative impact velocity of the clapper, the shape of the clapper, the clappers pin support, the clappers impact angle, the clappers guide accuracy, the bells sound-burp thickness and the coefficient of friction between the clapper and the bell. The agreement between the simulated and the measured results and the relation between the local stressstrain state and the damage to the bell in the contact area are discussed.	
Objavljeno v		Pergamon Press; International Journal of Impact Engineering; 2012; Vol. 44, iss. 6; str. 29-39; Impact Factor: 1.701;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.056; A': 1; Avtorji / Authors: Klemenc Jernej, Rupp Andreas, Fajdiga Matija		
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	11919899		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Določanje materialnih parametrov poliuretanske pene z numeričnimi optimizacijskimi metodami.		
	ANG	Determining the material parameters of a polyurethane foam using numerical optimisation algorithms		
Opis	SLO	V prispevku je prikazana primerjava različnih optimizacijskih procedur za ocenjevanje parametrov materialnih modelov z metodo povratnega inženiringa. Procedure so bile uporabljene za oceno parametrov nelinearnega materialnega modela. Izbrana je bila najprimernejša procedura s stališča kvalitete ocenjenih parametrov in potroška procesorskega časa.		
		The paper presents a comparison of different optimisation methods to		

		ANG	estimate material parameters with the method of reverse engineering. Procedures were used to estimate parameters of nonlinear material model. The most appropriate procedure in terms of quality of the parameters and CPU time cost was chosen.
	Objavljeno v		Cadferm; Ansys Conference & 6. Cadferm Austria Users' Meeting, 7.-8. April 2011, Wien; 2011; Str. [1-10]; Avtorji / Authors: Klemenc Jernej, Škrlec Andrej, Fajdiga Matija
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	11912731	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določanje materialnih parametrov poliuretanske pene z metodo DASA.
		ANG	Determining the material parameters of a polyurethane foam with a differential ant-stigmergy algorithm
	Opis	SLO	V primeru trka avtomobila lahko avtomobilski sedež z naslonom in vzglavnikom poveča stopnjo varnosti potnika. Material, ki se uporablja v sedežih, mora med trkom prevzeti velik delež kinetične energije potnika. Ta material je izdelan iz poliurethanske pene. Za simuliranje obnašanja sedeža med trkom je potrebno pravilno modelirati materialne lastnosti sedežne pene. V ta namen je bil za analize s končnimi elementi razvit ustrezen materialni model. V prispevku je predstavljena inovativna metoda za ocenjevanje parametrov materialnega modela low-density-foam z optimizacijskim algoritmom DASA. Najprej je predstavljen algoritem in nato njegova uporaba na realnem primeru. Na koncu so podani rezultati in ugotovitve.
		ANG	In the event of a crash involving a motor vehicle, a car seat with its backrest and head support can increase the level of passenger safety. However, the filling material used in the seat and the head support should absorb a large proportion of the kinetic energy associated with the moving passenger during the crash. This filling material is usually 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. For this purpose, a low-density-foam material model was developed for the finite element analysis. The paper will present an innovative method for estimating the parameters of the low-density-foam material model that is based on a differential ant-stigmergy algorithm. First the differential ant-stigmergy algorithm will be described, which will be followed by its application on the real case. The results will be discussed and the field of application will be presented.
	Objavljeno v		Univerzitat Politècnica; The automobile in the second decade; 2011; Str. E21-1-E21-9; Avtorji / Authors: Klemenc Jernej, Fajdiga Matija
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	11971867	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Simuliranje Gaussovega naključnega procesa s funkcijo pogojne gostote verjetnosti
		ANG	Simulating a Gaussian random process by conditional PDF
	Opis	SLO	Ena največjih težav pri R&R procesu je zbiranje informacij o dinamičnih obremenitvah, ki so potrebne za zanesljiv dokaz o zdržljivosti konstrukcije. Članek predstavlja inovativno metodo za simuliranje stacionarnih Gaussovih naključnih procesov, ki temelji na principu funkcije pogojne gostote verjetnosti. Metodologija/pristop - Osnovno informacijo o dinamičnih obremenitvah dobimo s kratkotrajnimi meritvami na prototipih. Ti podatki se nato uporabijo za simuliranje pričakovanih obremenitvenih stanj med delovanjem. Najprej je predstavljen teoretični del in nato uporaba te metode. Ugotovitve - Rezultati kažejo, da sta spektralni karakteristiki originalnega in simuliranega Gaussovega naključnega procesa zelo podobni,

		če je vplivno območje pogojne gostote verjetnosti ustrezno izbrano. Praktične posledice - Metodo lahko uporabimo za simuliranje nalkjučnih obremenitev konstrukcij in za vzbujanje dinamičnih sistemov. Vrednost - Inovativni pristop lahko pomaga inženirjem v začetnih fazah razvojnega procesa novega izdelka.
	ANG	One of the biggest problems in an R&D process is the acquisition of information about the structure dynamic loads, which are needed to reliably prove the structure's durability. This paper aims to present an innovative method for simulating stationary Gaussian random processes, which is based on the conditional probability density function (PDF) approach. Design/methodology/approach - The basic information on the structure dynamic loads is first obtained by short-duration measurements on prototypes or the structure itself. These data are then used to simulate the expected structure load states during operations. A theoretical background is presented first, which is followed by the application of the method. Findings - The results show that the spectral characteristics of the original and simulated Gaussian random processes are very similar, if the influential range of the conditional PDF is properly chosen. Practical implications - The method can be applied for simulating random loads of structures, and excitations of dynamic systems, for example. Originality/value - The innovative simulation approach could be helpful to engineers in the early phases of the new product development process.
	Objavljeno v	Pineridge Press; Engineering computations; 2011; Vol. 28, no. 5; str. 540-556; Impact Factor: 1.060; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.881; WoS: EV, IF, PO, PU; Avtorji / Authors: Klemenc Jernej, Fajdiga Matija
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	12532763	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Razvojna metoda za modeliranje posledic pri ekstremno obremenjenih konstrukcijah	
		ANG Method for modelling consequences in structural behavior at severe loading	
	Opis	SLO Zasnivali smo enostavni test in metodologijo, s katero lahko določimo optimalne vrednosti empiričnih konstant za materialne modele, ki upoštevajo vpliv hitrosti specifičnih deformacij na lastnosti materialov. Manjkajoče vrednosti parametrov smo določili na osnovi zasnovanega testa in simulacij z končnimi elementi. V simulacijah smo uporabili različne vrednosti parametrov, ki jih je v praksi težko izmeriti. Rezultate simulacij smo primerjali z rezultati meritve in določili ciljno funkcijo. Z optimizacijskim postopkom smo vrednost ciljne funkcije minimizirali in dosegli optimalne vrednosti parametrov pri katerih se rezultati simulacij in meritev ujemajo.	
		ANG Simple test and methodology were designed to identify optimum values of the material parameters for material models, which consider the strain rate influence on behavior of the material. Based on the test and finite-element simulations the missing material parameters were determined. We used different values of material parameters in simulations. The simulation results were compared with experimental data and cost function was determined. During optimisation process the cost function value was minimized and the optimum values of material parameters were found. With these values the simulation results are in good agreement with the experimental data.	

	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LAVEK; 2012; [31] f.; Avtorji / Authors: Škrlec Andrej, Klemenc Jernej, Fajdiga Matija	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
2.	COBISS ID	11786011	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ocena parametrov materialnih modelov z numeričnimi optimizacijskimi metodami
		ANG	Estimation of material parameters with optimization methods
	Opis	SLO	Opravili smo analizo in primerjavo treh optimizacijskih metod na primeru tlačnega testa nelinearnega materiala. Za materialni model, ki ga uporabimo v analizah, je bilo potrebno določiti parametre, ki optimalno opišejo obnašanje preizkušane materiala. Optimizacijska metoda, ki se izkaže za najboljšo in najhitrejšo, se bo uporabljala v nadaljnjem delu.
		ANG	An analysis and comparison of three optimization methods was performed to estimate the parameters of the nonlinear parameters. For material model that is used in Ls-Dyna simulations an optimal values of the parameters are needed. The best optimization method will be applied in further work.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo; 2010; 16 f.; Avtorji / Authors: Škrlec Andrej, Klemenc Jernej, Fajdiga Matija	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
3.	COBISS ID	11667227	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Analiza naleta prtljage za zadnji sedež R48
		ANG	Analysis of luggage impact for rear seat R48
	Opis	SLO	Izvedene so bile numerične simulacije naleta prtljage v zadnji sedež avtomobila.
		ANG	A numerical simulations of luggage impact to automobile rear seat was performed.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo. Katedra za strojne elemente in razvojna vrednotenja; 2010; 31 f.; Avtorji / Authors: Wagner Andrej, Škrlec Andrej, Vidic Gašper, Klemenc Jernej, Fajdiga Matija	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
4.	COBISS ID	12235803	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Simulacija whiplash testa na sprednjem sedežu vozila
		ANG	Whiplash test simulation on the front vehicle seat
	Opis	SLO	Z metodo končnih elementov je bila izvedena numerična simulacija whiplash testa. Simulacija je bila izvedena na osnovi EuroNCAP protokola.
		ANG	The whiplash test simulation was performed with the finite element method. The EuroNCAP test procedure was used.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo; 2011; 20 f.; Avtorji / Authors: Škrlec Andrej, Janežič Miha, Fajdiga Matija	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
5.	COBISS ID	12014107	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določitev Wöhlerjevih krivulj za material S420MC

	ANG	Determination of Wöhler curves for material S420MC
Opis	SLO	Opravljeni so bili preskusi dinamične trdnosti za material S420MC. Na osnovi preskusov so bile določene Wöhlerjeve krivulje.
	ANG	Fatigue tests on the material S420MC were performed. Based on measured data Wöhler curves were determined.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo; 2011; 13 f.; Avtorji / Authors: Klemenc Jernej, Wagner Andrej, Fajdiga Matija	
Tipologija	2.13	Elaborat, predštudija, študija

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Z znanjem, pridobljenim na tem projektu, smo se udeležili dveh mednarodnih znanstvenih konferenc. Prva, ANSYS Conference & CADFEM User meeting, je potekala 7. in 8. 4. 2011 na Dunaju, druga, EAEC European Automotive Congress 2011 pa med 13. in 16. 6. 2011 v Valenciji. Na obeh smo predstavili prispevek, ki smo ga pripravili v okviru tega projekta. Na osnovi znanja pridobljenega na tem projektu smo izdelali članek, ki je v postopku recenzije. Prav tako je v fazi priprave še en članek.

Neparametrične evolucijske optimizacijske metode smo uspeli aplicirati na primeru povratnega inženiringa. Tako imamo splošno uporabne in preverjene metode. Z njimi smo že določili parametre materialnega modela, ki se ga uporablja za nelinearne umetne materiale.

V okviru projekta smo izdelali napravo za izvajanje preskusov vtiska kroglic v pločevino. Na osnovi meritev teh preskusov lahko bolje opišemo obnašanje materiala pri kratkotrajnih ekstremnih obremenitvah. Naprava omogoča preskušanje vzorcev iz različnih materialov (kovinskih, umetnih, hibridnih), poleg tega pa je na njej med samim preskusom možno oceniti tudi čas trka. Napravo smo predali v uporabo podjetju Cimos.

Raziskovalne metode, ki so bile razvite v sklopu tega projekta, smo že uporabili na podiplomskem študiju strojništva na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Materialne modele in ustrezne parametre, ki se uporabljajo za simulacije trkov vozil, smo že uspešno uporabili v aplikativnih projektih za slovensko industrijo (nalet prtljage v zadnji sedež avtomobila, simulacija EuroNCAP whiplash testa avtomobilskega sedeža).

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Programska skupina se že od leta 2003 uspešno ukvarja s problemi vrednotenja konstrukcij, ki so obremenjene z ekstremnimi mehanskimi obremenitvami. Dosedanji raziskovalni rezultati (objave, citati, doktorska in druga dela, mednarodni in domači projekti) dokazujejo, da raziskujemo na aktualnem področju, da nam priznavajo uspešnost v mednarodnem prostoru, da imamo znanje in raziskovalno opremo za uspešno nadaljevanje dela. V preteklih letih je na tem področju dosegla izjemne dosežke, saj je s svojim znanjem s tega področja izdatno prispevala k uspehu evropskega projekta PROBELL v šestem okvirnem programu (št. projekta 015684).

V prijavljenih in odobrenih doktorskih tezah pričakujemo doprinos k znanju na področju napovedovanja vzdrževalnosti, na področju materialnih modelov za simuliranje utrujanja kovinskih in nekovinskih materialov, modeliranja velikih plastičnih deformacij (crash testi) in modeliranja vpliva povišanih in visokih temperatur na zdržljivost in zanesljivost, na področju mešanih porazdelitev ter ostalih najpomembnejših vrednotenjih RMS.

Ta projekt je omogočil nadaljni znanstveni razvoj programske skupine na področju vrednotenja konstrukcij, ki so obremenjene z ekstremnimi mehanskimi obremenitvami in sočasen prenos tega znanja v industrijo. V vsem tem času je teklo tudi uspešno sodelovanje in prenos znanja v podjetje CIMOS, avtomobilska industrija d.d., Koper ter ostala podjetja, ki sodelujejo v centru CRV (TPV d.d., Hella Saturnus Slovenija d.o.o.).

ANG

Since 2003, the program group has successfully dealt with the problems of evaluating the structures that are loaded with extreme mechanical loads. The research results (publications, citations, doctor's thesis and other works, international and Slovenian projects) prove that the field of research is highly topical, the program group is successful internationally and possesses the knowledge and programme equipment to continue the work successfully. In the past years its work has resulted in important achievements. With its knowledge and know-how the program group significantly contributed to the success of the European project PROBELL in the 6th framework programme (project no. 015684).

From the registered and accepted doctor's theses the program group expects knowledge improvement in the field of material models for the fatigue simulation of metal and non-metal materials, the modelling of high plastic deformations (Crash tests) and the modelling of the influence of increased and high temperatures for durability and reliability, as well as additional knowledge in the field of mixed distributions and other most important RMS evaluations. This project led to further scientific development of program group in the field of evaluating the structures that are loaded with extreme mechanical loads, and to the transfer of the knowledge and know-how into industry. In all this time, the transfer of knowledge and prosperous cooperation with CIMOS Koper and the other companies in centre CRV (TPV d.d., Hella Saturnus Slovenija d.o.o.) was going on.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Programska skupina preko Centra za razvojna vrednotenja CRV že več kot 10 let skupaj s podjetjem CIMOS, avtomobilska industrija d.d. in drugimi industrijskimi partnerji skrbi za vzgojo novih kadrov, ki se tekom dodiplomskega in podiplomskega študija pripravljajo za nemoten prehod s fakultete v industrijo. S tem projektom smo omogočili razvoj kadrov na zelo specifičnem področju in prenos tega znanja v industrijo. Na ta način je projekt pomagal dvigniti nivo specifičnega razvojnega znanja ne samo v podjetju CIMOS, temveč tudi v ostalih podjetjih, ki sodelujejo v centru CRV in se srečujejo s podobnimi problemi. Pridobljeno znanje s tega projekta smo tako že aplicirali na pilotnem projektu podjetja TPV, za razvoj novega avtomobilskega sedeža. Tako je odprta možnost za ohranitev kvalitetnih delovnih mest v slovenski industriji ter dvig konkurenčne sposobnosti slovenskih dobaviteljev avtomobilske industrije.

ANG

The program group has educated within CRV, the centre of development evaluation, new human resources for over a decade. Thus under-graduate as well as post-graduate students get ready for a smooth transition from the faculty to industry. This project enabled the development of human resources in a very specific field and transfer of this knowledge and know-how into industry. In this manner the project helped to rise the level of this specific knowledge in the company CIMOS and also in the other industrial partners within the centre CRV that encounter similar problems during the development of new products. Knowledge from this project was also applied in development of new automobile seat for company TPV. This helps to save the high-quality work places in the Slovenian industry and raise the competitive advantage of the Slovenian suppliers to the automotive industry.

11. Samo za aplikativne projekte in doktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	

	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti

F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

-

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☒	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☒	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☒	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☒	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☒	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☒	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☒	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☒	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☒	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☒	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					

G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

-

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv	CIMOS d.d.	
	Naslov	Cesta Marežganskega upora 2, 6000 Koper	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		54.450,44 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Metodologija za določanje vrednosti parametrov materialnih modelov	F.01
		2. Izboljšanje obstoječega preskuševališča	F.07
		3. Pridobljeno znanje na področju materialov	F.03
		4.	
		5.	
	Komentar	Metodologija omogoča, da na osnovi preskusov in numeričnih simulacij določimo vrednosti parametrov materialnih modelov, ki jih samo iz preskusov ni enostavno izmeriti. Metodologija je predstavljena v zaključnem poročilu. Na izboljšanem preskuševališču je mogoče izvajati preskuse za različne materiale (kovinski, umetni,...). Prav tako je na preskuševališču možno izmeriti/oceniti čas trka med preskusom. Z znanjem pridobljenim na tem projektu, je mogoče v simulacijah upoštevati vpliv hitrosti deformacij na obnašanje materialov, česar pred tem nismo upoštevali. Z optimalnimi vrednostmi parametrov materialnih modelov je bolje opisano obnašanje materiala v numeričnih simulacijah in s tem so tudi rezultati simulacij bolj točni.	
	Ocena	Z metodologijo, ki je bila zasnovana v projektu, lahko pridobimo vrednosti empiričnih parametrov za materialne modele, ki upoštevajo vpliv hitrosti specifičnih deformacij. Takšne materialne modele uporabljamo v numeričnih analizah za izdelke, ki so podvrženi ekstremnim mehanskim obremenitvam. Pomembno je, da lahko že v času razvoja izdelka z numeričnimi simulacijami bolj točno napovemo obnašanje izdelka pri dejanskih pogojih uporabe, kar pa je brez ustreznih materialnih podatkov nemogoče. Primer takšnega izdelka v podjetju je ohišje turbokompresorja, ki mora zdržati ekstremne obremenitve v	

		primeru razpada rotorja turbokompresorja.
		Zasnovani preskus nam omogoča, da lahko za preskušamo različne kovinske in umetne materiale in na ta način pridobimo materialne podatke, ki opisujejo vpliv hitrosti deformacij. Prav tako preskuševališče omogoča tudi preskušanje hibridnih materialov, katere bi lahko uporabili kot hladni del ohišja turbokompresorjev.

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

-

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

ŠKRLEC, Andrej, KLEMENC, Jernej, FAJDIGA, Matija. Razvojna metoda za modeliranje posledic pri ekstremno obremenjenih konstrukcijah. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LAVEK, 2012. [31] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 12532763]

Razvita je bila metodologija s katero je mogoče določiti vrednosti parametrov materialnih modelov, ki se uporabljajo v numeričnih analizah za napovedovanje obnašanja izdelkov pri ekstremnih kratkotrajnih mehanskih obremenitvah. Razvita in izdelana je bila prototipna naprava za izvajanje preskusov udarnega vtiska kroglic v ravne pločevinaste vzorce, na osnovi katerih je mogoče z numeričnimi simulacijami in evolucijskimi algoritmi določiti vrednosti materialnih parametrov. Preskuševališče omogoča preskušanje vzorcev iz različnih materialov, poleg tega je med samim preskusom možno oceniti tudi čas trka. Preskuševališče je bilo predano v uporabo podjetju Cimos d.d.

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 ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
strojništvo

Matija Fajdiga

ŽIG

Kraj in datum: Ljubljana 7.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/58

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>).
[Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) 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](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) 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 projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). 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/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

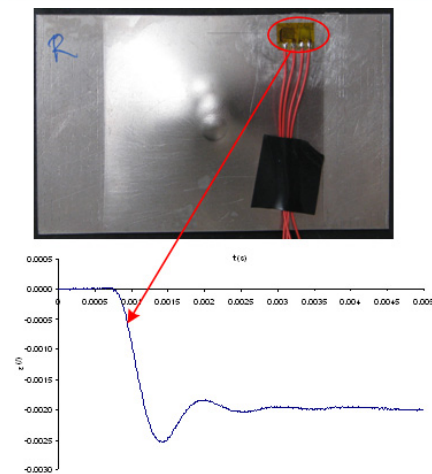
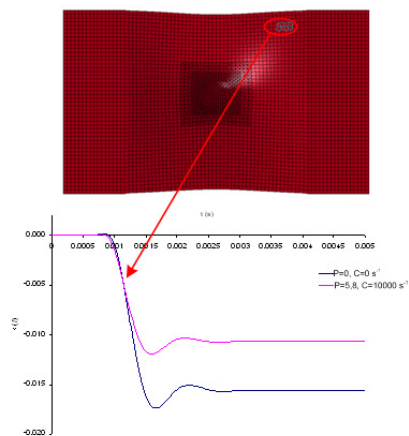
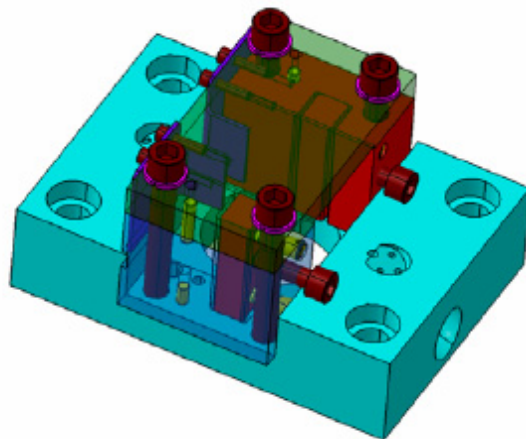
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

B2-42-F4-35-37-06-31-14-B4-A9-8E-D0-84-6D-BB-81-21-F2-B9-22

2 Tehniške in tehnološke vede

2.5 Materiali

ŠKRLEC, Andrej, KLEMENC, Jernej, FAJDIGA, Matija. Razvojna metoda za modeliranje posledic pri ekstremno obremenjenih konstrukcijah. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LAVEK, 2012. [31] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 12532763]



Razvita je bila metodologija s katero je mogoče določiti vrednosti parametrov materialnih modelov, ki se uporabljajo v numeričnih analizah za napovedovanje obnašanja izdelkov pri ekstremnih kratkotrajnih mehanskih obremenitvah. Razvita in izdelana je bila prototipna naprava za izvajanje preskusov udarnega vtiska kroglic v ravne pločevinaste vzorce, na osnovi katerih je mogoče z numeričnimi simulacijami in evolucijskimi algoritmi določiti vrednosti materialnih parametrov. Preskuševališče omogoča preskušanje vzorcev iz različnih materialov, poleg tega je med samim preskusom možno oceniti tudi čas trka. Preskuševališče je bilo predano v uporabo podjetju Cimos d.d.