

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/67



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-2292
<b>Naslov projekta</b>	Vibriakustični konstrukcijski elementi na osnovi odpadnih pnevmatik
<b>Vodja projekta</b>	4316 Igor Emri
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4650
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	05.2009 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.05 Mehanika 2.05.02 Eksperimentalna mehanika
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	2.03
<b>- Veda</b>	2 Tehniške in tehnološke vede
<b>- Področje</b>	2.03 Mehanika

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Z vidika okoljevarstva se povečujejo zahteve po zmanjšanju hrupa, kar odpira potrebe po novih nosilnih konstrukcijskih materialih z odličnimi vibroakustičnimi lastnostmi. Uvajanje nove generacije konstrukcijskih materialov s superiornimi mehanskimi in vibroakustičnimi lastnostmi ter izjemno dobro odpornostjo na nizke temperature v proizvodnjo objektov za obcestno protihrupno zaščito in izdelovanje pragov (temeljenje železniških prog) predstavlja tehnološki potencial za dvig

konkurenčne sposobnosti in dodane vrednosti izdelkov slovenske industrije.

Cilj projekta je bil razvoj portfolija nove generacije kompozitov z vsebnostjo elastomerne komponente na osnovi odpadnih pnevmatik. V sklopu projekta smo združili bazična znanja na področju mehanike časovno odvisnih materialov ter aplikativna znanja iz akustike. Izbor materialov smo razširili tudi na elastomerno-termoplastične kompozitne materiale. Osnova kompozitov so elastomerna vlakna z znanimi vibroakustičnimi lastnostmi, opredeljenimi z viskoelastičnimi materialnimi funkcijami v časovnem in frekvenčnem prostoru ter pripadajočim mehanskim spektrom. Z ozirom na to, da so izhodiščna surovina za izdelovanje elastomernih vlaken odpadne pnevmatike, ima projekt tudi pomemben ekološki prispevek k ohranjanju čistega okolja.

V prvi vrsti smo raziskali absorpcijske sposobnosti elastomerne komponente različnih granulacij in tipov in dobili pozitivne indikacije za uporabo elastomerne komponente pri razvoju vibroakustičnih konstrukcijskih elementov.

Na osnovi znanj o lastnostih granulirane gume smo oblikovali dve patentni prijavi.

Z uporabo novo razvite eksperimentalne metode smo analizirali zvočno izolirnost konstrukcijskih elementov v obliki sendvič panelov, v katerih je absorpcijski sloj iz mlete gume. Raziskan je bil vpliv debeline absorpcijskega sloja in velikosti elastomernih delcev na zvočno izolacijske lastnosti vzorcev. Rezultati meritev so pokazali, da obstaja kritična velikost delcev granulirane gume, pri kateri pride do vidnejših izboljšav v akustičnih oz. zvočno izolacijskih lastnosti.

ANG

In the light of environmental protection there are increasing requirements for noise reduction which in turn creates needs for new load-bearing construction materials with excellent vibro-acoustic properties. Introduction of a new generation of construction materials with superior mechanical and vibro-acoustic properties and exceptional resistance to low temperatures into the manufacture of roadside noise reducing barriers and railway sleepers (railway line foundation work) represents technological potential for increasing the competitive capacity and added value of Slovenian industrial products.

The aim of the project was to develop a portfolio of a new-generation composites based on the elastomeric component of the waste pneumatic tyres. Within the project we joined the fundamental knowledge in the field of the mechanics of time-dependent materials and acoustics. The basis of composite consists of elastomeric fibres with known vibro-acoustic properties defined by viscoelastic material functions in time and frequency domain, and the pertaining mechanical spectrum. Regarding that discarded pneumatic tyres are the basic raw material for manufacturing elastomeric fibres, the project has also a significant ecological contribution to the conservation of clean environment.

In the first place we investigated absorption capabilities of the elastomeric component of different granulations and types, and obtained positive indications for using the elastomeric component for development of vibroacoustic structural elements. Based on the investigated properties of granular rubber we prepared two patent applications.

For the purpose of characterization of the layered structural elements with the absorptive layer based on granular rubber we set up our own reverberation room which was later on upgraded with the sound insulation chamber accompanied with non-standard experimental method for measuring sound insulation properties of structural materials. Results of the measurements have shown that there existed critical size of the granular rubber particles at which acoustic and sound insulation properties are significantly improved.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

Zahteve po zmanjšanju hrupa odpirajo potrebe po novih nosilnih konstrukcijskih materialih z odličnimi vibroakustičnimi lastnostmi. Uvajanje nove generacije gradbenih materialov s superiornimi mehanskimi in vibroakustičnimi lastnostmi ter izjemno dobro odpornostjo na nizke temperature v proizvodnjo objektov za obcestno protihrupno zaščito in izdelovanje pragov (temeljenje železniških prog) predstavlja tehnološki potencial za dvig konkurenčne sposobnosti in dodane vrednosti izdelkov slovenske industrije.

Raziskovalni projekt, o katerem poročamo, je temeljil na znanjih s področja mehanike časovno odvisnega vedenja elastomernih in drugih polimernih materialov, po drugi strani pa na znanjih,

vezanih na tehnološko inovacijo na področju nanostrukturiranih betonov z vlaknasto (visker) strukturo, ki jih je projektna skupina pridobila v preteklosti.

Cilj projekta je bil razvoj prototipov nove generacije elastomerno-betonskih kompozitov na osnovi odpadnih pnevmatik in nanostrukturiranih cementov. Znano je, da elastomerni materiali, kot so na primer gume, izkazujejo dobre dušilne lastnosti, ki jih lahko uporabimo v različnih aplikacijah, vezanih na dušenje hrupa in vibracij (protihrupna zaščita, temelji za težke stroje, pragovi za hitre vlake, ipd.). Z ozirom na to, da so izhodiščna surovina za izdelovanje elastomerne komponente odpadne pnevmatike, pa projekt predstavlja tudi pomemben ekološki prispevek k ohranjanju čistega okolja.

Aktivnosti projekta so bile razdeljene v tri glavne sklope:

Sklop 1: Priprava elastomernih vlaken z želenimi dušilnimi lastnostmi v izbranem frekvenčnem območju

Sklop 2: Priprava elastomerno-betonskih kompozitov

Sklop 3: Karakterizacija vibroakustičnih lastnosti prototipnih izdelkov

Aktivnosti posameznih vsebinskih sklopov so se časovno medsebojno prepletale in v nadaljevanju navajamo, kakšen je bil potek raziskovanja in kako so si sledili doseženi rezultati.

#### Kratek opis raziskovanja in rezultati:

S postopkom struženja tekalne površine odpadnih pnevmatik različnih tipov so bili pripravljene gumeni ostružki različnih velikosti. Na ta način smo pridobili več granulacij elastomerne komponente z različnimi materialnimi in dušilnimi karakteristikami glede na to, ali je šlo za zimsko, letno, avtomobilsko pnevmatiko ali pnevmatiko tovornih vozil, ki se odražajo preko časovno odvisnega relaksacijskega modula in dinamičnih materialnih karakteristik.

Za namen karakterizacije zvočnih absorpcijskih lastnosti je bila tekom projekta vzpostavljena odmevnica (reverberacijska soba), v kateri meritve koeficienta zvočne absorpcije materialov lahko potekajo na rutinskem nivoju v skladu s standardom ISO 354:2003: Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room. Razvita je bila programska oprema za izvajanje tovrstnih meritev v programskem okolju LabView. Verifikacija programske opreme je bila izvedena s pomočjo komercialnega merilnega inštrumenta proizvajalca Bruel & Kjaer.

Rezultati meritev koeficienta zvočne absorpcije so pokazali, da gumeni ostružki izkazujejo visoko stopnjo absorpcije zvoka, kar pomeni, da je to velik potencial za njihovo uporabo v različne namene pri zaščiti pred hrupom. Absorpcijske lastnosti elastomerne komponente so primerljive z absorpcijskimi lastnostmi kamene volne, ki je znana kot dober zvočno absorpcijski material. Na osnovi rezultatov meritev je bilo ugotovljeno, da se za oba materiala koeficient zvočne absorpcije povečuje z večanjem debeline absorpcijskega sloja, pri čemer se hitreje povečuje pri gumi. Koeficient pri obeh materialih doseže maksimalne vrednosti pri debelini sloja 10 cm. Poleg tega se je pri izvajanju meritev zvočne absorptivnosti granulirane gume z različno velikostjo delcev, pridobljene iz odpadnih pnevmatik različnih tipov, t.j. tovornjaka ter osebnega avta, izkazalo, da značilnih razlik v zvočni absorptivnosti tovrstnih materialov ni opaziti.

Iz literature je znano, da ima visoka absorbtivnost poroznih materialov močan vpliv na druge akustične lastnosti kot na primer zvočno izolirnost konstrukcijskih elementov, ki vsebujejo porozni material kot polnilo. Za namen karakterizacije zvočne izolirnosti smo v vzpostavljeni odmevnici dogradili zvočno izolacijsko komoro in razvili nestandardno eksperimentalno metodo za merjenje zvočno izolacijskih lastnosti granuliranih konstrukcijskih materialov, ki omogoča meritve fizikalnih veličin analognih meritvam zvočne izolirnosti (*angl.* sound transmission loss) v skladu s standardom EN ISO 140: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements.

Analiza zvočno absorpcijskih lastnosti je podala optimistične napovedi o vibroakustičnih lastnostih elastomerne komponente za izdelavo elastomerno-betonskih kompozitov. Elastomerno-betonske zmesi smo pripravili z različno vsebnostjo granulirane gume (0%, 5%, 10%, 15% in 20%). Rezultati meritev tlačne ter upogibne trdnosti so pokazali, da zmanjšanje trdnostnih lastnosti elastomernega betona s povečevanjem deleža elastomerne komponente ustreza rezultatom analognih raziskav iz pregleda literature.

V novorazviti odmevnici so bile izvedene meritve zvočne absorbtivnosti na elastomerno-betonskih vzorcih. Ne glede na pričakovani efekt dušenja zvoka v elastomerno-betonskem kompozitu zaradi dodajanja elastomerne komponente, ki izkazuje dobre akustične lastnosti, je bila zvočna absorpcija kompozitnega materiala nekoliko manjša od pričakovane. Zato smo se v naslednji fazi projekta odločili za razširitev aplikativnosti elastomerne komponente v smeri razvoja elastomerno-termoplastičnih kompozitnih materialov in večslojnih elastomerno-betonskih kompozitnih materialov z vmesnim slojem granulirane elastomerne komponente.

Pri izdelavi elastomerno-termoplastičnih kompozitnih plošč smo za termoplastično polimerno

vezivo izbrali polietilen nizke gostote (LDPE) v prahu. V prvi vrsti smo raziskovali trdnostne lastnosti kompozitov, izdelanih pri različnih procesnih parametrih (npr. tlak pri procesiranju kompozitov), z različno vsebnostjo polimernega veziva. V ta namen je bila razvita merilna metoda in eksperimentalna tehnika, ki temelji na principu udarnega preizkusa s prosto padajočo utežjo. V skladu z zastavljeno metodo je bilo iz enega samega odziva kompozitnega materiala na udarno obremenitev izračunanih več pomembnih mehanskih lastnosti materiala kot naprimer maksimalna deformacija kompozitnih plošč, dinamična togost, sprememba pospeška, shranjena, vrnjena in disipirana energija. Tekom izvajanja meritev je bilo ugotovljeno, da ima debelina vzorca pomemben vpliv na viskoelastični odziv kompozitnega materiala na udarno obremenitev. Poleg tega so se lastnosti kompozitnega materiala bistveno spremenile pri povečanju deleža LDPE s 3 na 5 wt.%, bistveno manjši vpliv na spremembo lastnosti kompozita pa je imelo povečanje vsebnosti LDPE s 5 na 7 wt.%. Rezultati meritev disipirane energije znotraj enega cikla udarne obremenitve so pokazali, da kompozitni material na osnovi ostružkov odpadnih pnevmatik izkazuje dobre dušilne lastnosti in predstavlja potencial za uporabo pri tlakovanju različnih površin, kot so športna igrišča, industrijske hale, ipd., kjer imajo dušilne lastnosti uporabljenih materialov pod vplivom različnih impulzov in dinamičnih obremenitev pomembno vlogo z vidika opravljanja njihove funkcionalnosti.

Poleg izkoriščanja granulirane gume odpadnih pnevmatik smo v primeru tovrstnih elastomerno-termoplastičnih kompozitnih plošč predvideli tudi možnost uporabe termoplastičnega veziva iz recikliranih polimernih materialov, kar še dodatno prispeva k ohranjanju čistega okolja.

V sklopu tega smo izvedli analizo vpliva večkratnih ciklov recikliranja na mehanske časovno odvisne lastnosti polietilena nizke gostote (LDPE). Obenem smo študirali pomembnost viskoelastičnosti polimerov za določitev funkcionalnosti in trajnosti izdelkov iz tovrstnih materialov.

Tudi preliminarne meritve zvočne izolirnosti na elastomerno-betonskih mešanica so pokazale, da beton že sam po sebi izkazuje dobro zvočno izolirnost in je prispevek gumenih ostružkov z dodajanjem v betonsko zmes minimalen, kar je bil še dodaten razlog, da smo se odločili za prej omenjeno nadaljevanje raziskovalnih aktivnosti v smeri razvoja večslojnih elastomerno-betonskih kompozitnih plošč z uporabo gumenih ostružkov kot polnilnega absorpcijskega sloja.

Z uporabo novo razvite eksperimentalne metode smo analizirali zvočno izolirnost konstrukcijskih elementov v obliki sendvič panelov, v katerih je absorpcijski sloj iz mlete gume. Raziskan je bil vpliv debeline absorpcijskega sloja in velikosti elastomernih delcev na zvočno izolacijske lastnosti vzorcev. Rezultati meritev zvočno izolacijskih lastnosti sloja granulirane gume so pokazali, da obstaja kritična velikost delcev, pri kateri pride do vidnejših izboljšav v akustičnih oz. zvočno izolacijskih in zvočno absorpcijskih lastnosti. Poleg tega se je tudi s povečevanjem debeline sloja iz gumenih ostružkov zvočna izolirnost konstrukcije močno povečala v določenem frekvenčnem območju, ki ustreza lokaciji frekvence, pri kateri guma izkazuje največji koeficient dušenja. Na osnovi pridobljenih znanj o lastnostih granulirane gume smo oblikovali dve patentni prijavi. Rezultati teh izsledkov so v postopku priprave za objavo v znanstvenem članku o vplivu velikosti delcev na izboljšanje zvočno izolacijskih lastnosti granuliranih materialov.

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

V okviru projekta so bili zastavljeni cilji doseženi. Ugotovljeno je bilo, da elastomerno cementni kompoziti nimajo posebne perspektive v gradbeništvu. Rezultati tega dela raziskav so bili združeni v objavi [1].

Dodatno smo zato v nadaljevanju raziskali absorpcijske sposobnosti elastomerne komponente različnih granulacij in tipov in dobili pozitivne indikacije za uporabo elastomerne komponente pri razvoju vibroakustičnih konstrukcijskih elementov, kjer so pomembne dušilne karakteristike materialov. Na osnovi znanj o lastnostih granulirane gume smo oblikovali dve patentni prijavi [2, 3]. Izbor materialov smo razširili tudi na elastomerno-termoplastične kompozitne materiale. V ta namen smo analizirali vpliv recikliranja termoplastičnih polimernih materialov na njihove mehanske lastnosti. Rezultate smo objavili v večih znanstvenih in strokovnih člankih [4-9] in jih predstavili na večih mednarodnih konferencah.

Za potrebe karakterizacije zvočne absorptivnosti smo zgradili lastno odmevnico, ki je bila dograjena tudi z zvočno izolacijsko komoro z nestandardno eksperimentalno metodo za merjenje zvočno izolacijskih lastnosti konstrukcijskih materialov. Rezultati meritev so pokazali, da obstaja kritična velikost delcev granulirane gume, pri kateri pride do vidnejših izboljšav v akustičnih oz. zvočno izolacijskih lastnosti. Glavna ideja, ki je nastala na osnovi pridobljenih eksperimentalnih rezultatov, je zaenkrat v postopku priprave za objavo v znanstvenem članku.

Reference:

[1] Popit A., et al. Gradb. vestn., 61, (2012), 284-297

- [2] Emri I., et al. Anmelde­nummer 12006059.5 / EP 12006059 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012
- [3] Emri I., et al. Anmelde­nummer 12006058.7 / EP 12006058 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012
- [4] Jin H., et al. *J. Polym. degrad. stab.* [Print ed.], 97(11), 2012, 2262-2272
- [5] Gergesova M., et al. *J. rheol. (N.Y. N.Y.)*, , 55(1), 2011, 1-16
- [6] Florjančič U., et al. *Int. J. of Microstructure and Materials Properties*, 4(5/6), 2009, 577-593
- [7] Bek M., et al. *Inf. bilt. - Gorenje*, 21(10/12), (2012), 2-9
- [8] Emri I., et al. *DYNA*, 79, (2012), 97-104
- [9] Emri I., e tal. *EOLSS Rheology*, (2010), 247-330

## 6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Aktivnosti na projektu so v glavnem potekale v skladu z zastavljenim načrtom. Do bistvenih odstopanj od predvidenega programa raziskovalnega projekta ali sestave projektne skupine ni prišlo.

## 7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	12490267	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv večkratnih ciklov mehanskega recikliranja na lastnosti polietilena nizke gostote	
		<i>ANG</i> The effect of extensive mechanical recycling on the properties of low density polyethylene	
	Opis	<i>SLO</i> Polietilen nizke gostote (LDPE) smo z namenom simulacije procesa mehanskega recikliranja izpostavili večkratnim ciklom ekstruzije. Karakterizirali smo termične, reološke, mehanske in morfološke lastnosti. Rezultati raziskave kažejo, da simuliran proces recikliranja bistveno ne spremeni termičnih karakteristik LDPE, medtem ko rezultati reoloških meritev, meritev kristaliničnosti, strižne voljnosti in porazdelitve molekularnih tež nakazujejo, da prihaja do termične degradacije in gelacije materiala, ko je le-ta podvržen večim ciklom ekstruzije, kar lahko vodi do navzkrižnega povezovanja polimernih verig.	
		<i>ANG</i> Low density polyethylene (LDPE) was exposed to multiple consecutive extrusion cycles to simulate the process of mechanical recycling. W characterized thermal, rheological, mechanical and morphological properties. The results show that simulated recycling did not significantly change thermal properties of LDPE. However, results from rheological measurement, crystallinity, creep measurement and GPC suggest that thermal degradation and gelation of LDPE occur after extensive extrusion which leads to crosslinking of the polymer chains.	
	Objavljeno v	Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2012; Vol. 97, iss. 11; str. 2262-2272; Impact Factor: 2.769; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; Avtorji / Authors: Jin Huiying, Gonzalez-Gutierrez Joamin, Oblak Pavel, Zupančič Barbara, Emri Igor	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	11702043	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> t-T-P shifting (CFS) algoritem v zaključeni obliki	
		<i>ANG</i> The closed form t-T-P shifting (CFS) algorithm	
		Karakterizacija časovno - in/ali frekvenčno odvisnih materialnih lastnosti navadno zahteva premikanje merjenih segmentov v skladu s časovno-temperaturnim superpozicijskih principom. V članku je predstavljen CFS	

	Opis	SLO	algoritem v zaključeni obliki, s katerim je odpravljena pomanjkljivost premikanja segmentov zaradi neenoličnosti trenutno uporabljenih pristopov. Prikazana je izpeljava algoritma in preverjena pravilnost njegovega delovanja na simuliranih in realnih eksperimentalnih podatkih. Pokazano je, da je napaka CFS algoritma vsaj 10-50-krat manjša od eksperimentalne napake v podatkih.
		ANG	Characterization of time- and/or frequency-dependent material properties usually requires shifting of the measured segments according to the Time-Temperature Superposition principle. This paper presents a closed form mathematical methodology (CFS) which completely removes ambiguity related to the manual shifting procedures. The derivation of the shifting algorithm is presented, and its validation using several simulated- and real-experimental data. It has been shown that error caused by shifting performed with CFS is at least 10–50 times smaller than the underlying experimental error.
	Objavljeno v	J. Wiley for the Society of Rheology; Journal of rheology; 2011; Vol. 55, no. 1; str. [1-16]; Impact Factor: 2.978; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.301; A': 1; Avtorji / Authors: Gergesova Marina, Zupančič Barbara, Saprunov Ivan, Emri Igor	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	11292955	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv procesnih parametrov na trajnost polimernih produktov
		ANG	The effect of processing conditions on the durability of polymer products
	Opis	SLO	Delo obravnava nove možnosti spreminjanja funkcionalnosti polimernih produktov preko spreminjanja strukture materialov in posledično njihovih časovno odvisnih lastnosti, ki opredeljujejo trajnost končnega produkta. Preko analize ekstrudatov polietilena z nizko gostoto, izdelanih na laboratorijskem ekstrudatorju, je bilo ugotovljeno, da lahko s spreminjanjem procesnih parametrov trajnost ekstrudatov izboljšamo za več velikostnih razredov. To odpira nove možnosti na področju spreminjanja funkcionalnih lastnosti polimernih izdelkov in s tem boljšo konkurenčnost na svetovnem trgu.
		ANG	The work discusses new possibilities of modifying the functionality of polymer products by changing their material structure during processing and consequently the time-dependent properties which define the durability of the final product. By analysing the low density polyethylene extrudates produced with a laboratory extruder, we observed that changing the processing conditions improves the durability of extrudates by several orders of magnitude. This opens new possibilities in the field of modifying the functionality of polymer products, and hence, better competitiveness on the world market.
Objavljeno v	Inderscience Publishers; International Journal of Microstructure and Materials Properties; 2009; Vol. 4, no. 5/6; str. 577-593; Avtorji / Authors: Florjančič Urška, Zupančič Barbara, Emri Igor		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
4.	COBISS ID	11881243	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Časovno odvisno vedenje polimerov v trdnem stanju
		ANG	Time-dependent behavior of solid polymers
	Opis	SLO	Poglavje v knjigi predstavlja pregled eksperimentalnih tehnik in matematičnih formulacij, ki so potrebne za karakterizacijo in modeliranje časovno odvisnih mehanskih materialnih funkcij, razpravlja o omejitvah obstoječih teorij (modelov) in predstavlja novorazvite matematične pristope za modeliranje materialnih funkcij.

		ANG	The chapter reviews the experimental techniques and the mathematical formalism needed for the characterization and modeling of the time-dependent mechanical material functions, discusses limitations of the existing theories (models), and presents some latest developments in the mathematical modeling of viscoelastic material functions.
	Objavljeno v		EOLSS; Rheology; 2010; Str. 247-330; Avtorji / Authors: Emri Igor, Gergesova Marina
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
5.	COBISS ID	12607259	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pregled raziskav lastnosti in uporabnosti betonov z dodatkom mlete gume iz odpadnih pnevmatik
		ANG	Overview about research of properties and applicability of concrete with added granular rubber from discarded tires
	Opis	SLO	Elastomerni materiali (guma) sodijo v skupino časovno odvisnih (viskoelastičnih) materialov, katerih lastnosti so močno odvisne od časa, temperature in časovnega poteka mehanske obremenitve. Skoraj neizčrpen vir elastomerne komponente so zavržene pnevmatike, ki so obenem velik ekološki problem. Reševanje tega ekološkega problema je mogoče z reciklažo gume, na primer za izdelovanje elasto-merno-termoplastičnih in/ali elastomernobetonskih kompozitov. Iz pregleda svetovne znanstvene literature s področja fizikalnih lastnosti betona z dodatkom mlete gume iz odpadnih pnevmatik je razvidno, da imajo vrsto prednosti pred navadnim betonom, kot so večja deformabilnost, boljša sposobnost dušenja mehanskih vibracij, manjša toplotna prevodnost in boljša odpornost proti zmrzovanju/tajanju. Tako bi bilo beton z dodatkom gumenega granulata možno uporabiti v gradbeništvu za aplikacije, kjer je potrebno dušenje mehanskih vibracij (npr. temelji zgradb in strojev).
		ANG	Elastomeric materials (tire-rubber) are time dependent (viscoelastic) materials, which characteristics strongly depend on time, temperature and rate of mechanical loading. Almost inexhaustible source of elastomeric component is represented by discarded tires, which are also major ecological problem. Solving this ecological problem is possible with recycling of tire-rubber, for example, for producing elastomeric-thermoplastic and elastomeric-concrete composites. From the review of world scientific literature in the field of physical properties of the concrete with added granular rubber from discarded tires it is evident that they have number of advantages compared to the conventional concrete, such as: better deformability, better ability of damping mechanical vibrations, lower thermal conductivity and better resistance to freezing and thawing. Thus, it would be possible to use concrete with added granular rubber in construction applications, where damping of mechanical vibration is needed (eg, buildings and machinery foundations).
	Objavljeno v		Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije; Gradbeni vestnik; 2012; Letn. 61; str. 284-297; Avtorji / Authors: Popit Andreja, Nikonov Anatolij Viktorovič, Emri Igor
	Tipologija		1.02 Pregledni znanstveni članek

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	12444187	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tehnologija disipativnih gmotnostnih in granuliranih sistemov

		ANG	Dissipative bulk and granular systems technology
Opis	SLO		Patentna prijava temelji na gmotnostnih lastnostih granuliranih elastomernih materialov v območju, kjer izkazujejo največjo sposobnost absorpcije energije preko mehanizma viskozne komponente. S pravilno izbiro velikosti delcev granuliranega materiala in distribucije njihovih velikosti lahko dosežemo, da se granulirani material obnaša kot tlačni medij. Tako lahko granulirani elastomerni material simultano deluje kot tlačni medij in medij z dobrimi dušilnimi karakteristikami.
	ANG		Patent application is based on the bulk properties of granular elastomeric materials, in region where they exhibit maximum energy absorption properties, which means that they will absorb energy through viscous mechanisms. By proper selection of particle size and their size-distribution we can achieve that granular material acts as a liquid-like material, meaning, it acts as a pressurizing agent. Hence, elastomeric granular material simultaneously acts as pressurizing agent and as damping material.
Šifra	F.32 Mednarodni patent		
Objavljeno v	Europäisches Patentamt; 2012; 1 listina; Avtorji / Authors: Emri Igor, Bernstorff Bernd Steffen von		
Tipologija	2.23 Patentna prijava		
2.	COBISS ID	12444699	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Železniški pragovi z dušilnimi elementi, ki temeljijo na tehnologiji disipativnih gmotnostnih in granuliranih sistemov	
	ANG	Sleeper with damping element based on dissipative bulk or granular technology	
Opis	SLO	Patentna prijava obravnava razvoj železniških pragov z nameščenimi dušilnimi elementi za absorpcijo mehanskih vibracij. Dušilni elementi so običajno nameščeni z namenom dušenja mehanskih vibracij preko absorpcije energije, ki jo prinašajo udarne obremenitve na strukturo. Aplikacija takih dušilnih elementov je poleg dušenja vibracij v železniškem transportu naprimer možna tudi v primeru tlakovanja industrijskih površin za dušenje vibracij, ki jih povzroči delovanje strojev, temeljenje stavb za zmanjševanje podvrženosti poškodbam in resonančnim efektom in podobno.	
	ANG	The invention relates to a railway system comprising at least one sleeper including at least one damping element and at least one rail fastened on the at least one sleeper. Damping elements are generally used to damp mechanical excitations by absorbing mechanical energy impacting on a structure. Besides applications related to trains and railway tracks to reduce vibrations during travel, applications of such damping elements include, for instance, supports for industrial machines to damp vibrations, fundamentals in building construction to reduce susceptibility to earthquake damage and resonance.	
Šifra	F.32 Mednarodni patent		
Objavljeno v	Europäisches Patentamt; 2012; 1 listina; Avtorji / Authors: Emri Igor, Bernstorff Bernd Steffen von, Bremer Frank, Kalamar Andrej, Bek Marko, Oblak Pavel		
Tipologija	2.23 Patentna prijava		
3.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Mehanika časovno odvisnih materialov, Springer; Emri, Igor (glavni urednik 1997-)	
	ANG	Mechanics of time-dependent materials, Sringer; Emri, Igor (Editor-In-Chief 1997-)	



	Opis	SLO	Revija izhaja od leta 1997 in sodi po impakt faktorju v zgornjo tretjino. Revija je nosilna publikacija na področju časovno odvisnih konstrukcijskih materialov. Izdaja jo vodilna založniška hiša na področju znanstvene in strokovne publicistike Springer-Kluwer. Glavno in odgovorno uredništvo revije omogoča naši skupini direkten vpogled v raziskovalno razvojne aktivnosti, ki se odvijajo na tem področju v svetu ter neposredni kontakt z akterji teh aktivnosti.
		ANG	This journal was released in 1997 and is ranking in the first third regarding the impact factor. This journal is the core publication in the field of time-dependent structural materials. It is published by the leading publishing house of scientific and expert publicism, Springer-Kluwer. Chief editorship of the journal allows our team direct contact with the research activities of leading experts in this field around the world.
	Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije	
	Objavljeno v	Dordrecht; Norwell, MA: Kluwer-Springer, 1997-. ISSN 1385-2000.	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
4.	COBISS ID	11203355	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Integrativno ciljno usmerjeno doktorsko izobraževanje: pot do sonaravnega razvoja Pomurja in Slovenije
		ANG	Integrative goal-oriented postgraduate study: the way to sustainable development of Pomurje region in Slovenia
Opis		SLO	Pomurje ima odlične pogoje za razvoj, npr. dobre naravne danosti, odlično geografsko lego, vrata do intelektualnega potenciala - bližina večjih univerz, kljub temu pa je ena izmed najmanj razvitih regij v EU. Osnova koncepta za dvig konkurenčnosti regije je dolgoročno vlaganje v znanje, ki bo ciljno usmerjeno in pridobljeno v organiziranem inovativnem okolju, ki ga bodo sestavljali študenti in mladi raziskovalci pod vodstvom ekspertov.
		ANG	Region Pomurje has excellent basis for development, since it has good geographical location, access to intellectual potencial - close vicinity of different universities, but still, it is one of the less developed regions in EU. Basic concept for increasing the competitiveness of the region is long-term investment into the goal-oriented knowledge in organized and innovative environment consisting of the students and young researcher under the mentorship of different experts.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	Pomurska akademsko znanstvena unija - PAZU; Vpliv kakovosti izobraževanja na razvoj Pomurja; 2009; Str. 17-18; Avtorji / Authors: Emri Igor	
	Tipologija	1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID	12155675	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Perspektive znanstvenega in gospodarskega sodelovanja Republike Kazahstan z Republiko Slovenijo
		ANG	Perspectives of scientific and economical cooperation between Republic of Kazakhstan and Republic of Slovenia
Opis		SLO	Namen prispevka in znanstvenega obiska je združevanje razvojnega potenciala ter prenos tehnologij na mednarodne trge. Znanstveno in gospodarsko sodelovanje Kazahstana in Slovenije bi prispevalo k oblikovanju predlogov za komercializacijo novih visokotehnoloških izdelkov, razširjanju možnosti implementacije razvitih inovacij, pripomoglo k lažji organizaciji in podpori pri skupnih projektih ter izmenjavi podiplomskih študentov in gostujočih profesorjev.
			The purpose of this contribution and scientific visit was to join efforts in

	ANG	development and transfer of high technologies into international markets. Scientific and economical cooperation between Republic of Kazakhstan and Republic of Slovenia could provide suggestions for possible commercialization of existing and new high-tech developments, broaden areas of implementation for developed innovations, provide professional, legal and organizational support for the joint projects, assist in the organization of training and exchange of graduate students and scholars.
Šifra	F.35	Drugo
Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Emri Igor	
Tipologija	3.15 Prispevek na konferenci brez natisa	

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

### Strokovna poročila:

Nikonov A., et al. Vibroakustični konstrukcijski elementi na osnovi odpadnih pnevmatik : strokovno poročilo o delu na projektu L2-2292. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2010. [COBISS.SI-ID 11797275]

Nikonov A., et al. Meritve absorpcijskih lastnosti materialov v odmevnici : strokovno poročilo o delu na projektu L2-2292. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2010. [COBISS.SI-ID 11797019]

Nikonov A., et al. Vpliv debeline vzorca na zvočne absorpcijske lastnosti materiala : strokovno poročilo o delu na projektu L2-2292. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2010. [COBISS.SI-ID 11796763]

Nikonov A., et al. Influence of layer thickness and grain size on sound absorption of granular rubber. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2012. [COBISS.SI-ID 12626459]

Nikonov A., et al. Influence of layer thickness and grain size on sound insulation characteristics of granular rubber. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2012. [COBISS.SI-ID 12626971]

### Prispevki na konferencah:

Nikonov A., et al. Sound absorptive panels for noise barriers from recycled rubber chips. V: EMRI, Igor (ur.). 14th International Workshop on Advances in Experimental Mechanics, 2009. [COBISS.SI-ID 12224795]

Nikonov A., et al. Influence of specimen thickness on sound absorptive properties of materials. V: EMRI, Igor (ur.). The 7th International Conference on Mechanics of Time-Dependent Materials, 2010. [COBISS.SI-ID 11617819]

Nikonov A., et al. Soudproofing structural elements based on waste rubber tyres. 15th International Workshop on Advances in Experimental Mechanics, 2011. [COBISS.SI-ID 12221467]

Popit A., et al. Uporaba elastomerov v gradbeništvu. V: PERME, Tomaž (ur.), ŠVETAK, Darko (ur.). Industrijski forum IRT, 2012. [COBISS.SI-ID 12338203]

Popit A., et al. Acoustic properties of granular waste tires. V: OGNJANOVIĆ, Milosav (ur.). Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, 2012. [COBISS.SI-ID 12468507]

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>9</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Doprinos projekta se izkazuje na dveh različnih področjih, in sicer na področju mehanike časovno odvisnih materialov ter na področju zaščite okolja pred onesnaževanjem s hrupom in vibracijami.

S stališča mehanike časovno odvisnih materialov rezultati projekta prispevajo k razumevanju vibracijskih (dušilnih) lastnosti elastomernih materialov, obremenjenih s periodično in/ali udarno dinamično obremenitvijo. Zanimalo nas je predvsem, kako dinamična obremenitev vpliva na spremembo strukture in posledično vedenje elastomernih materialov pri različnih frekvencah dinamičnih obremenitev kot tudi odraz le-tega v vibroakustičnih karakteristikah elastomerno-betonskih kompozitov in elastomerno-termoplastičnih dušilnih elementov za dušenje vibracij in hrupa. V skladu s tem smo z raziskavami v okviru projekta prispevali k razumevanju, kako struktura materiala pogojuje obnašanje materiala v smislu vibroakustičnih karakteristik glede na različne hitrosti in/ali frekvence obremenjevanja. Implementacija rezultatov raziskave je tako možna na različnih področjih uporabe elastomernih materialov za protiudarne in vibroizolacijske konstrukcijske elemente.

Elastomerna komponenta predstavlja zanimiv konstrukcijski material tudi zato, ker obenem rešuje ekološki problem odpadnih pnevmatik. S predstavljenimi idejami bomo odpadne materiale lahko na ekološko čist način predelali v visokotehnoške izdelke z visoko dodano vrednostjo.

ANG

The project contributes to the treasury of knowledge in two different areas, i.e., in the area of the mechanics of time-dependent materials and in the area of environmental protection against noise pollution and vibrations.

From the point of view of time-dependent materials the results of the project contribute to understanding of vibration (damping) properties of elastomeric materials that are loaded periodically and/or exposed to the impact dynamic loading. We were mostly interested in how dynamic loading influenced on the structure and consequently on the behaviour of elastomeric materials at different frequencies of dynamic loading, as well as the impact of this on the vibro-acoustic characteristics of the elastomeric-concrete composites and elastomeric-thermoplastic damping elements for the vibration/noise damping. With the research within the project we contributed to understanding of how the material structure influences on the behaviour of the material in a sense of vibro-acoustic characteristics at different loading velocities and/or frequencies. Implementation of the research results is therefore possible in different fields of elastomeric material applications for anti-impact and vibro-insulation construction elements. Elastomeric component presents an interesting construction material, particularly since the ecology problem of waste pneumatic tyres is being solved at the same time. With our innovative idea, we shall convert waste articles into high-tech products with high added value using ecologically pure methods.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Z vidika okoljevarstva se povečujejo zahteve po zmanjšanju hrupa, kar odpira potrebe po novih nosilnih konstrukcijskih materialih z odličnimi vibroakustičnimi lastnostmi. Uvajanje nove generacije konstrukcijskih materialov s superiornimi mehanskimi in vibroakustičnimi lastnostmi ter izjemno dobro odpornostjo na nizke temperature v proizvodnjo objektov za občestno protihrupno zaščito, izdelovanje pragov (temeljenje železniških prog) in dušilnih elementov predstavlja tehnološki potencial za dvig konkurenčne sposobnosti in dodane vrednosti izdelkov slovenske industrije.

Novo razviti kompoziti se odlikujejo z zelo dobrimi, adaptivno prilagodljivimi vibroakustičnimi lastnostmi in se med seboj komplementarno dopolnjujejo v trdnostnih lastnostih. Elastomerno-termoplastični kompoziti imajo tudi odlične absorbtivne lastnosti zvoka. Njihova uporaba je torej možna povsod v gradbeništvu, kjer želimo okolico ali prostor, kjer se nahajajo ljudje, zaščititi pred hrupom in vibracijami. Primer takega konstrukcijskega elementa so pragovi za hitre vlake. Pragovi predstavljajo na nek način komplementaren izdelek protihrupnim ograjam in skupaj z njimi celovito zaščitijo okolico pred hrupom, ki se prenaša na okolico po zraku, in vibracijami, ki se na okolico prenesejo po terenu. Naslednja zanimiva aplikacija je protipotresno temeljenje objektov z uporabo elastomerno-betonskih kompozitov.

Izvedeni projekt predstavlja prispevek tudi na področju uvajanja dušilnih elementov v sistem

pritrjevanja tirnic. Tovrstnih rešitev je v praksi zaenkrat malo, kar pomeni, da bo predlagani projekt nudil velike možnosti za prodor slovenskih podjetij na evropske trge.

V konkretnem primeru podjetja SGP Pomgrad – ABI, d.o.o., ki je v projektu sodelovalo kot sofinancer, vstopanje v novo tržno nišo odpira možnosti proaktivnega delovanja v tržnem segmentu, ki bo konkurenčen v celotni Evropi.

Obenem ima predlagani projekt dodatno ekološko usmerjeno aktivnost zbiranja odpadnih gum, ki predstavljajo velik ekološki problem za celotno evropsko skupnost in seveda tudi za Slovenijo. S predstavljenimi idejami bomo odpadne artikle pretvorili na ekološko čisti način v visokotehnološke izdelke z visoko dodano vrednostjo.

ANG

In the light of environmental protection there are increasing requirements for noise reduction which in turn creates needs for new load-bearing construction materials with excellent vibro-acoustic properties. Introduction of a new generation of construction materials with superior mechanical and vibro-acoustic properties and exceptional resistance to low temperatures into the manufacture of roadside noise reducing barriers, railway sleepers (railway line foundation work) and dampers represents technological potential for increasing the competitive capacity and added value of Slovenian industrial products.

Newly developed composites offer superior adaptive vibro-acoustic properties and form complementary elements when it comes to the strength properties. Elastomeric-thermoplastic composites have excellent noise absorptive properties. Their application is possible for constructing the elements for anti-noise and anti-vibrations protection. It is possible to apply developed elements as anti-vibration blocks along the railways as complementary part to anti-noise barriers, since they together protect the close vicinity of railways from noise and vibrations. Next important application could be protection from the earthquakes by applying elastomeric-concrete blocks as the construction base of buildings.

The implemented project also presents a contribution to the integration of damping elements in the rail fixing system. Currently, there are only few solutions of this kind in practice, which means that the proposed project will provide significant opportunities for the penetration of Slovenian companies into the markets of Europe.

In the particular case of the company SGP Pomgrad – ABI, d.o.o., which cofounded the project, the possibility for penetration into a new market niche provides the opportunity for proactive operations in a market segment that will become competitive all over Europe.

At the same time, the proposed project has an additional environmentally oriented activity of collecting discarded pneumatic tyres which present a considerable ecological problem for the entire European Community and naturally also for Slovenia. With our innovative idea, we shall convert waste articles into high-tech products with high added value using ecologically pure methods.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske 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		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>

<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30 Strokovna ocena stanja</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.31 Razvoj standardov</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32 Mednarodni patent</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.33 Patent v Sloveniji</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34 Svetovalna dejavnost</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35 Drugo</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

V okviru projekta smo podrobno raziskali in spoznali dušilne karakteristike elastomerne komponente kot dodatka v kompozitnih materialih. S pomočjo novorazvite merilne verige in eksperimentalne metode je bilo ugotovljeno, da lahko s pravo izbiro velikosti delcev granularne gume ter debelino absorpcijskega sloja drastično povečamo zvočno absorptivnost oz. zvočno izolirnost, kar predstavlja osnovo za začetek novega tehnološkega razvoja izdelkov povezanih z zaščito okolja pred hrupom. Izdelani so bili prototipi elastomerno-betonskih elementov za protihrupno zaščito. Receptura za



pripravo elastomerno-betonskih konstrukcijskih elementov je bila verificirana v podjetju SGP Pomgrad – ABI, d.o.o., ki je v projektu nastopalo tudi kot sofinancer.

Strokovno oceno stanja na področju elastomerno-betonskih kompozitov smo strnili v pregledni članek

Izdelali smo tudi prototipne elastomerno-termoplastične kompozitne plošče za absorpcijo energije ob udarnih obremenitvah, ki so primerne za tlakovanje športnih in industrijskih površin, poleg tega pa tudi prototipe dušilnih elementov za dušenje vibracij železniških tirnic. Rezultate raziskav smo združili v pet znanstvenih objav, pet strokovnih poročil in jih predstavili na vsaj petih mednarodnih konferencah.

Poleg tega smo oblikovane tehnične rešitve zaščitili z dvema mednarodnima patentnima prijavama, ki predstavljata izhodišče za razvoj tehnologije izdelovanja nove generacije elementov na osnovi granulirane gume z drastično izboljšanimi dušilnimi karakteristikami. Razvoj tovrstnih izdelkov in tehnologije lahko v prihodnosti vodi do osnovanja novega "spin-off" podjetja.

**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	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

### Komentar

Potencialne vplive oziroma učinke rezultatov projekta je mogoče povezati predvsem z možnostjo razširitve področja dejavnosti in ponudbe izdelkov za podjetje SGP Pomgrad – ABI, d.o.o. (sofinancer projekta). Podjetje sicer že ima dolgoletne izkušnje na področju izdelovanja betonskih konstrukcijskih elementov, v okviru projekta pa je svoja znanja in praktične izkušnje razširilo preko vključevanja v aktivnosti, ki so bile vezane na razvoj prototipnih elastomerno-betonskih elementov in elastomerno-termoplastičnega kompozitnega sloja s ciljnim vibroakustičnimi lastnostmi. Le-te je mogoče potencialno uporabiti povsod v gradbeništvu, kjer želimo okolico ali prostor, kjer se nahajajo ljudje, zaščititi pred hrupom in vibracijami. Poleg tega elastomerno-termoplastični kompoziti z vidika adaptivnih dušilnih lastnosti predstavljajo tudi prototip izdelka, ki bi ga lahko uporabljali za vibroakustično in hidroizolacijo podzemnih delov objektov ter pri tlakovanju različnih površin, kot so športna igrišča ali industrijske hale, kjer je dušenje vibracij pomembno.

### 13. Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>

	Sofinancer		
1.	Naziv	SGP Pomgrad - ABI, d.o.o.	
	Naslov	Lipovci 250 A, 9231 Beltinci	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	36.887,95	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.	Popit A., et al. Pregled raziskav lastnosti in uporabnosti betonov z dodatkom mlete gume iz odpadnih pnevmatik. Gradb. vestn., dec. 2012, letn. 61, str. 284-297.	

	2.	Emri I., et al. Dissipative bulk and granular systems technology : Anmeldeummer 12006059.5 / EP 12006059 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012.	F.32
	3.	Emri I., et al. Sleeper with damping element based on dissipative bulk or granular technology : Anmeldeummer 12006058.7 / EP 12006058 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012.	F.32
	4.		
	5.		
Komentar	SGP Pomgrad - ABI je za potrebe izvajalca projekta izdelal elastomerno-betonske vzorce v skupni višini navedenih sredstev, ki za naročnika predstavljajo 25% vložek sofinanciranja celotnega projekta.		
Ocena	<p>Cilj izvedenega projekta je bil razvoj absorpcijskega sloja s ciljnim vibroakustičnimi lastnostmi, ki bo sestavljen iz novorazvitega elastomernega absorpcijskega sloja, izdelanega iz odpadnih pnevmatik s ciljnim dušilnimi lastnostmi v izbranem frekvenčnem področju ter elastomerno-betonskega kompozita na osnovi nanostrukturiranih cementov. Razviti vibroakustični elementi predstavljajo osnovo za razvoj in izdelavo nove generacije železniških pragov za hitre vlake. Sofinancer projekta, podjetje SGP Pomgrad - ABI, d.o.o., je zagotovilo osnovna sredstva in surovine za izdelovanje vzorcev. Podjetje ima dolgoletne izkušnje na področju izdelovanja betonskih konstrukcijskih elementov. Svoja znanja želi v sodelovanju z akademskimi partnerji razširiti, zato je v okviru projekta pokrivalo aktivnosti, vezane na razvoj prototipnih elastomerno-betonskih elementov in elastomerno-termoplastičnega kompozitnega sloja s ciljnim vibroakustičnimi lastnostmi. Le-te je mogoče potencialno uporabiti povsod v gradbeništvu, kjer želimo okolico ali prostor, kjer se nahajajo ljudje, zaščititi pred hrupom in vibracijami. Poleg tega elastomerno-termoplastični kompoziti z vidika adaptivnih dušilnih lastnosti predstavljajo tudi prototip izdelka, ki bi ga lahko uporabljali pri tlakovanju različnih površin, kot so športna igrišča ali industrijske hale, kjer je dušenje vibracij pomembno. Najzanimivejši izdelek za podjetje SGP Pomgrad - ABI predstavljajo železniški pragovi za hitre vlake.</p> <p>Sofinancer z izjavo potrjuje, da je delo na projektu L2-2292 potekalo skladno s programom.</p>		

#### 14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>

##### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

Poleg izkoriščanja granulirane gume odpadnih pnevmatik smo v primeru kompozitnih plošč predvideli tudi možnost uporabe veziva iz recikliranih polimernih materialov. Rezultate vpliva večkratnih ciklov recikliranja na lastnosti LDPE smo objavili v izvirnem znanstvenem članku. Perspektivnost uporabe elastomerno-betonskih kompozitov v gradbeništvu smo podali v preglednem znanstvenem članku. S tem smo želeli na celovit način prenesti ključne informacije o prednostih uporabe elastomernih betonov in možnosti za izboljšavo tovrstnih izdelkov za pridobitev tehnološke prednosti.

V priponki prilagamo predstavitveni diapozitiv znanstvenih dosežkov.

Izsledki raziskav o granuliranih materialih so pokazali, da obstaja kritična velikost delcev, pri kateri pride do drastičnih izboljšav v zvočno izolacijskih in zvočno absorpcijskih lastnostih. V pripravi je znanstveni članek, ki ga nameravamo objaviti, ko bosta pridobljena patenta na

osnovi patentnih prijav (COBISS.ID: 12444187, 12444699).

#### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Pripravljeni sta bili dve mednarodni patentni prijavi, vezani na tehnologijo uvajanja in izkoriščanja lastnosti granuliranih elastomernih materialov v območju, kjer izkazujejo največjo sposobnost absorpcije energije, ter razvoj železniških pragov z nameščenimi dušilnimi elementi za absorpcijo mehanskih vibracij. Razviti pristopi in tehnologije potencialno vodijo k ustanovitvi »spin off« podjetja za izdelavo elementov z izjemnimi vibroakustičnimi lastnostmi. V priponki prilagamo predstavitevni diapozitiv družbeno-ekonomskih dosežkov.

Dodatno potrditev pomembnosti doseženih rezultatov v okviru projekta je skupina dobila tudi preko izraženega zanimanja s strani župana mesta Köln (Nemčija), kjer načrtujejo prenovo podzemne železniške infrastrukture v smislu zagotavljanja ustreznih pogojev za dušenje vibracij, ki jih povzročata železniški promet, saj so le-te v preteklosti privedle do poškodb zgodovinskih objektov, ki so pomembni spomeniki kulturne dediščine mesta.

### 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

Igor Emri

**ŽIG**

Kraj in datum:

#### Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/67

<sup>1</sup> 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](#)

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

<sup>3</sup> 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](#)

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

<sup>5</sup> 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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

<sup>7</sup> 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](#)

<sup>8</sup> 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](#)

<sup>9</sup> 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](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> 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](#)

<sup>13</sup> 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

1B-BB-1A-6C-CC-BF-6D-93-79-B7-9E-2C-17-66-AA-77-83-59-C8-FC

# TEHNIKA

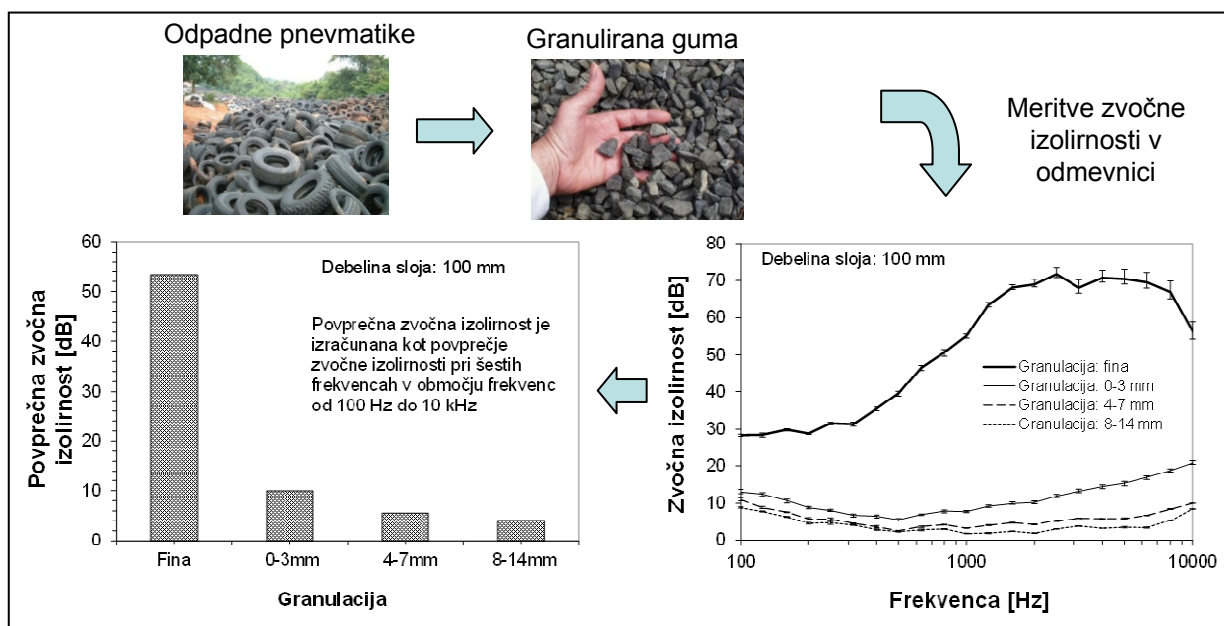
## Področje: 2.05 Mehanika

### Znanstveni dosežek: Vibroakustični konstrukcijski elementi na osnovi odpadnih pnevmatik

#### Viri:

JIN, Huiying, GONZALEZ-GUTIERREZ, Joamin, OBLAK, Pavel, ZUPANČIČ, Barbara, EMRI, Igor. The effect of extensive mechanical recycling on the properties of low density polyethylene. *Polym. degrad. stab.*, 2012, vol. 97, iss. 11, str. 2262-2272, ilustr. [COBISS.SI-ID [12490267](#)]

POPIT, Andreja, NIKONOV, Anatolij Viktorovič, EMRI, Igor. Pregled raziskav lastnosti in uporabnosti betonov z dodatkom mlete gume iz odpadnih pnevmatik. *Gradb. vestn.*, dec. 2012, letn. 61, str. 284-297. [COBISS.SI-ID [12607259](#)]



Elastomerni materiali izkazujejo dobre dušilne lastnosti v določenem frekvenčnem območju. Cilj projekta je bil razvoj kompozitnih materialov na osnovi granulirane gume, pridobljene iz odpadnih pnevmatik z izboljšanimi dušilnimi lastnostmi.

#### Doseženi rezultati:

Znanstveni dosežek je bil izkazan preko analize dušilnih lastnosti granulirane elastomerne komponente. Rezultati so namreč pokazali, da obstaja kritična velikost delcev granulirane gume, pri kateri pride do vidnejših izboljšav v zvočno izolacijskih in zvočno absorpcijskih lastnosti. S pravilno izbiro velikosti delcev granuliranega materiala in distribucije njihovih velikosti lahko dosežemo največjo sposobnost absorpcije energije, ki jo prinašajo vibracije ter udarne obremenitve.

Poleg izkoriščanja granulirane gume odpadnih pnevmatik smo v primeru kompozitnih plošč predvideli tudi možnost uporabe veziva iz recikliranih polimernih materialov. Rezultati vpliva večkratnih ciklov recikliranja na lastnosti LDPE so pokazali, da do 40 simuliranih ciklov recikliranja ni bistveno vplivalo na procesabilnost in časovno odvisne lastnosti LDPE, kar lahko pripišemo dvema mehanizmoma, ki se hkrati odvijata v materialu tekom recikliranja: hkratno trganje verig in njihovo navzkrižno povezovanje.

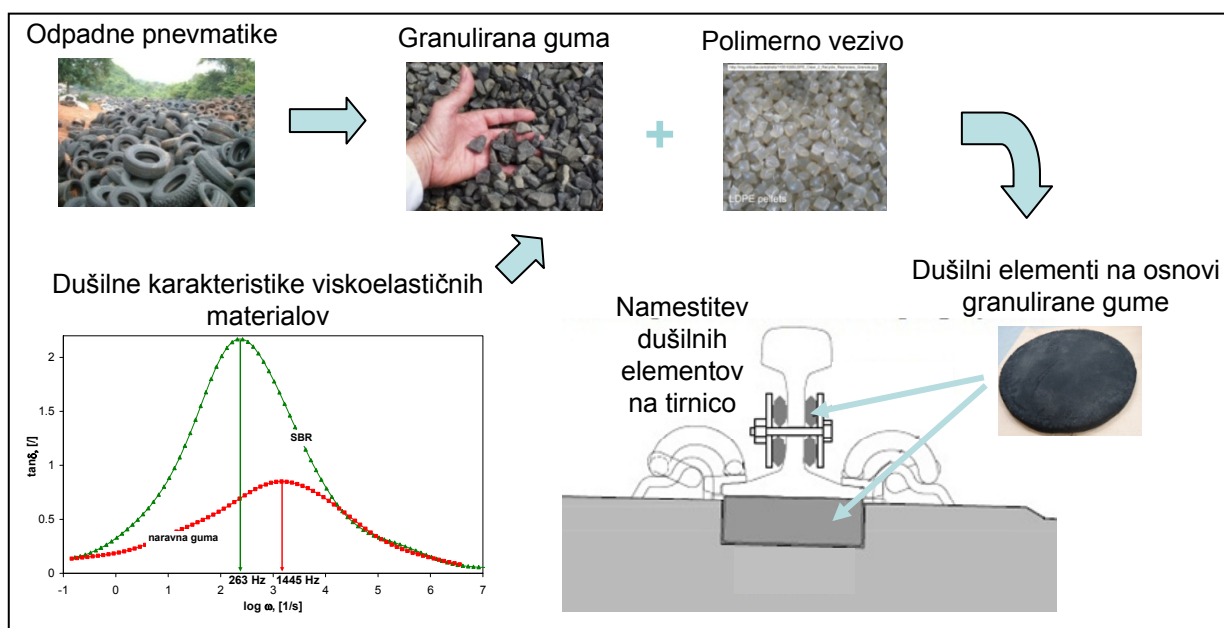
# TEHNIKA

## Področje: 2.05 Mehanika

### Družbeno-ekonomski dosežek: Dušilni elementi na osnovi granulirane gume

#### Viri:

EMRI, Igor, BERNSTORFF, Bernd Steffen von. Dissipative bulk and granular systems technology : Anmeldenummer 12006059.5 / EP 12006059 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012. 1 listina. [COBISS.SI-ID 12444187]  
EMRI, Igor, BERNSTORFF, Bernd Steffen von, BREMER, Frank, KALAMAR, Andrej, BEK, Marko, OBLAK, Pavel. Sleeper with damping element based on dissipative bulk or granular technology : Anmeldenummer 12006058.7 / EP 12006058 - 2012-08-24. München: Europäisches Patentamt, 2012. 1 listina. [COBISS.SI-ID 12444699]



Elastomerni materiali izkazujejo dobre dušilne lastnosti, kar je mogoče s pridom izkoristiti predvsem v območju frekvenc, kjer izkazujejo največjo sposobnost absorpcije energije. S pravilno izbiro velikosti delcev granuliranega elastomernega materiala, distribucije njihovih velikosti in izbiro hidrostatičnega tlaka, ki mu je material izpostavljen, lahko dosežemo najboljše vibroakustične lastnosti dušilnih elementov.

#### Doseženi rezultati:

Z vidika družbeno-ekonomskih dosežkov navedeni patentni prijavi predstavljata izhodišče za razvoj in uvajanje dušilnih elementov na osnovi granuliranih elastomernih materialov v infrastrukturo železniškega prometa. Predviden je razvoj železniških pragov z dodatno nameščenimi elementi za absorpcijo mehanskih vibracij, poleg tega pa je aplikacija tovrstnih dušilnih elementov možna tudi v primeru tlakovanja industrijskih površin in pri protipotresnem temeljenju stavb itd.

Pri tem je seveda možna uporaba elastomerne komponente, pridobljene iz odpadnih pnevmatik, zato dosežek predstavlja tudi pomemben ekološki prispevek.