

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/1320

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0260	
<b>Naslov programa</b>	Mehanika konstrukcij	
<b>Vodja programa</b>	2189	Miran Saje
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	18.700	
<b>Cenovni razred</b>	C	
<b>Trajanje programa</b>	01.2004 - 12.2008	
<b>Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)</b>	101 792	Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa<sup>1</sup>

**Razvoj metod za numerično analizo prostorskih linijskih konstrukcij.** Metoda za nelinearno, kinematično točno analizo prostorskih nosilcev (Simo-Reissner), ki sta jo leta 2003 razvila Zupan in Saje (*Comput. methods appl. mech. eng.*, vol. 192), je bila leta 2006 prirejena še za linearizirano teorijo naravno upogibno in torzijsko ukrivljenih prostorskih nosilcev (Zupan, Saje, The linearized three-dimensional beam theory of naturally curved and twisted beams : the strain vectors formulation, *Comput. methods appl. mech. eng.*, 2006, vol. 195, 4557-4578, kategorija revije 1A1). Objava je doživela takojšen odziv raziskovalcev Oddelka za aplikativno mehaniko z Univerze za tehnologijo in ekonomijo v Budimpešti, kjer so to zelo napredno metodo z našo pomočjo vgradili v lastni programski paket za analizo linijskih konstrukcij. Pomemben prispevek k teoriji armiranobetonskih prostorskih nosilcev je predstavljen v članku Zupan, Saje, Analytical integration of stress field and tangent material moduli over concrete cross-sections, *Comput. struct.*, 2005, vol. 83, 2368-2380, kategorija revije 1A2. Integracija napetosti po betonskem prerezu mora biti časovno učinkovita in se mora izogniti singularnostim. Avtorja vpeljeta analitično rešitev naloge, primerjata računске čase različnih metod in pokažeta, kako se izognemo singularnostim. V dveh drugih člankih (*Comput. struct.*, vol. 82; *Finite elem. anal. design*, vol. 40) sta Zupan in Saje obravnavala tudi vlogo rotacijskih invariant in prikazala nosilnost in deformabilnost poljubnega, v začetku torzijsko zvitega nosilca ter pokazala na napake v nekaterih člankih, ki primerjajo svoje rezultate s standardnimi računskimi testi. V članku Zupan, Saje, Convergence properties of materially non-linear finite-element spatial beam analysis, *Finite elem. anal. design*, 2008, vol. 45, 60-69, kategorija revije 1A2, je obravnavana hitrost konvergence v odvisnosti od izbire osnovnih spremenljivk in načina iteriranja internih enačb problema. Eno od naših teorij prostorskih nosilcev je uporabil pri svoji diplomski nalogi na univerzi v Bologni g. M. Petrucci. Zanj je dobil nagrado zveze Associazione delle organizzazioni di ingegneria, di architettura e di consulenza tecnico-economica za najboljšo diplomsko delo s področja gradbeništva v Italiji. Pri diplomski nalogi mu je neformalno pomagal M. Saje. Rezultati teoretičnega dela raziskav so bili uporabljeni pri analizi visokih vodnih toboganov podjetja Veplas Velenje (Zupan, Čas, Planinc, Saje, *Statična (geometrijsko in materialno) nelinearna analiza vodnih toboganov* :

poročilo, Ljubljana: FGG, 2005, kategorija objave SU) in pri izvedenskem mnenju za sodišče o vodnih toboganih v gospodarskem sporu : Ljubljana 2008. Trenuten razvoj in sodelovanje potekata na področju dinamične analize vodnih toboganov.

**Razvoj metod za numerično in analitično analizo kompozitnih linijskih konstrukcij v gradbeništvu.** Najpomembnejše delo je nov matematični model dvoslojnega ravninskega nosilca ob upoštevanju popolne geometrijske in materialne nelinearnosti, vseh vrst deformacij ter zdrsa med slojema. Hkrati smo razvili nove, zelo točne končne elemente brez blokiranja, osnovane na deformacijah (Čas, Saje, Planinc, Non-linear finite element analysis of composite planar frames with an interlayer slip, *Comput. struct.*, 2004, vol. 82, str. 1901-1912, kategorija revije 1A1; Schnabl, Saje, Turk, Planinc, Locking-free two-layer Timoshenko beam element with interlayer slip, *Finite elem. anal. design*, 2007, vol. 43, str. 705-714, kategorija članka 1A2). Glavne prednosti teh novih deformacijskih končnih elementov pred standardnimi pomičnimi elementi je neobčutljivost na blokiranje in velika natančnost. Ta model je bil osnova za obravnavo vrste aplikativnih primerov, med njimi sovprežnega (jeklo-beton) in slojevitega lesenega nosilca oziroma stebra (Čas, Bratina, Saje, Planinc, Non-linear analysis of composite steel-concrete beams with incomplete interaction, *Steel Compos. Struct.*, 2004, vol. 4, str. 489-507, kategorija revije 1A3; Čas, Saje, Planinc, Buckling of layered wood columns, *Adv. eng. softw.*, 2007, vol. 38, str. 586-597, kategorija revije 1A4; Planinc, Saje, Lopatič, Čas, Numerical and experimental analysis of timber composite beams with interlayer slip, *Eng. Struct.*, 2008, 2959-2969, kategorija revije 1A1). Naše izsledke smo uporabili tudi v konkretnih primerih iz gradbene prakse (izdelava računalniškega programa za nelinearno časovno analizo saniranih dvoslojnih ojačanih betonskih premostitvenih objektov z upoštevanjem zdrsa med sloji za DARS d.d.; računalniški program omogoča upoštevanje zakona betona in ojačilne armature po predpisih, poljubno nelinearno modeliranje stika med novim in starim betonom in modeliranje značilnih reoloških lastnosti betona, kot sta krčenje in lezenje). Vzporedno z razvojem deformacijske numerične metode smo iskali točne analitične rešitve lineariziranih nalog. Od teh se zdi najpomembnejša rešitev, objavljena v znani reviji ameriškega združenja gradbenih inženirjev *J. struct. eng. ASCE*, ki poleg zdrsa med slojema upošteva tudi vpliv strižnih deformacij (Schnabl, Saje, Turk, Planinc, Analytical solution of two-layer beam taking into account interlayer slip and shear deformation, *J. struct. eng.*, 2007, vol. 133, str. 886-894, kategorija revije 1A2; Schnabl, Planinc, Saje, Čas, Turk, An analytical model of layered continuous beams with partial interaction, *Struct. eng. mech.*, 2006, vol. 22, str. 263-278, kategorija revije 1A3). V zadnjem času obravnavamo tudi delaminirane nosilce, predvsem njihov prezgodnji uklon zaradi delaminacije delno nezalepljenih lamel. Pri recenziji sta bila pohvaljena oba naša članka s tega področja (Kryžanowski, Saje, Planinc, Zupan, Analytical solution for buckling of asymmetrically delaminated Reissner's elastic columns including transverse shear, *Int. j. solids struct.*, 2008, vol. 45, str. 1051-1070, kategorija revije 1A1; Rodman, Saje, Planinc, Zupan, Exact buckling analysis of composite elastic columns including multiple delamination and transverse shear, *Eng. struct*, 2008, vol. 30, 1500-1514, kategorija revije 1A1). Tam podajamo analizo vpliva strižnih deformacij na uklonske sile asimetrično delaminiranih elastičnih nosilcev z eno ali več delaminacijami in ugotavljamo, da je vpliv striga lahko zelo pomemben.

**Razvoj metod za numerično analizo ravninskih konstrukcij v požaru.** Naše osnovno in za račun požarnih vplivov najpomembnejše teoretično delo je opisano v članku Bratina, Saje, Planinc, On materially and geometrically non-linear analysis of reinforced concrete planar beams, *Int. j. solids struct.*, 2004, vol. 41, str. 7181-7207, kategorija revije 1A1. V tem članku je rešen problem numeričnega modeliranja lokalizacije deformacij v armiranobetonski okvirni konstrukciji kot posledice mehčanja materiala. Za opis lokalizacije deformacij na nekem mestu nosilca je vpeljan kratek končni element s po dolžini konstantno osno, strižno in upogibno deformacijo, medtem ko so preostali končni elementi poljubnega reda. Uporabljena je originalna numerična metoda s končnimi elementi, ki temeljijo na interpolaciji deformacij. Formulacija upošteva kinematično točno teorijo, velike pomike in zasuke, vplive osne, strižne in upogibne deformacije in nelinearne materialne zveze za beton in armaturo ter omogoča določitev kritičnih obtežb prereзов in konstrukcije ter postkritičnega odziva (mehčanje prereзов in /ali konstrukcije). Postopek je bil v doktorski disertaciji Bratine nadgrajen za račun okvirjev pri visokih temperaturah (ob spreminjanju temperature kakor pri požaru). Z njim smo analizirali odzive značilnih armiranobetonskih, jeklenih in lesenih konstrukcij pri požarih in rezultate analizirali v člankih (Bratina, Čas, Saje, Planinc, Numerical modelling of behaviour of reinforced concrete columns in fire and comparison with Eurocode 2, *Int. j. solids struct.*, 2005, vol. 42, str. 5715-5733, kategorija revije 1A1; Bratina, Saje, Planinc, The effects of different strain contributions on the response of RC beams in fire, *Eng. struct.*, 2007, vol. 29, str. 418-430, kategorija revije 1A1; Bratina, Planinc, Analiza primernosti postopka za določitev požarne odpornosti AB stebrov po Eurocode 2, *Gradb. vestn.*, str. 52-57, kategorija revije 1D2). Pri računu vpliva požara na lesene konstrukcije smo upoštevali tudi povezanost prevajanja toplote in difuzije vlage in zajeli ogledenje lesa. Povzetek osnovnih rezultatov analiz

požarov je bil predstavljen tudi na NATO Advanced Research workshop na Bledu v okviru vabljenega plenarnega predavanja (Saje, Planinc, Bratina, Large displacements and instability of beam-like structural systems, v: Ibrahimbegović Adnan (ur.), Brank Boštjan (ed.), NATO science series, Series III, Computer and systems sciences, št. 194, Amsterdam; Washington: IOS Press, cop. 2005, str. 329-350, kategorija objave 4NK). Ker je uklon stebrov pri požarih še posebej problematičen, smo obravnavali tudi tega (Krauberger, Saje, Planinc, Bratina, Exact buckling load of a restrained RC column, *Struct. Eng. Mech.*, vol. 27, str. 293-310, 2007, kategorija revije 1A3; Hozjan, Planinc, Saje, Srpčič, Buckling of restrained steel columns due to fire conditions, *Steel Compos. Struct.*, 2008, vol. 8, 159-178, kategorija revije 1A3). Pri opisu materialnih lastnosti konstrukcijskega jekla pri visokih temperaturah smo si pomagali z nevronske mreže in rezultate objavili v vrhunski jeklarski konstruktorski reviji (Hozjan, Turk, Srpčič, Fire analysis of steel frames with the use of artificial neural networks, *J. Constr. steel res.*, 2007, vol. 63, str. 1396-1403, kategorija revije 1A1). Pridobljeno znanje, izkušnje in lastne računalniške programe smo uporabili pri oceni požarne odpornosti nosilcev v galeriji Šentvid, na podlagi katere je po odpadu ometa s stropa minister ponovno odprl predor za promet (Ocena požarne odpornosti značilnega AB nosilca v Galeriji Šentvid skladno s standardom SIST EN 1992-1-2:2005 z uporabo napredne računske metode, UL FGG, 2008).

**Razvoj metod za dinamiko gradbenih konstrukcij.** Naše najpomembnejše delo iz dinamike konstrukcij je Gams, Planinc, Saje, Energy conserving time integration scheme for geometrically exact beam, *Comput. methods appl. mech. eng.*, 2007, vol. 196, str. 2117-2129, kategorija revije 1A1. Izpeljali smo novo časovno numerično integracijsko shemo, ki ohranja mehansko energijo, gibalno in vrtilno količino konservativnega dinamičnega sistema in je zato brezpogojno stabilna shema tudi v primeru, ko je sistem gibalnih enačb tog. Ta problem je v nelinearni dinamiki konstrukcij dobro znan. V nasprotju z znanimi metodami (npr. Simo in drugi), ki zadoščajo t.i. energijskemu ravnotežju, naša metoda točno zadošča dinamičnim ravnotežnim enačbam, kar je prednost, in uporablja kinematične enačbe v šibki obliki. Metoda je bila preverjena tudi pri nekonservativnih primerih (dinamika armiranobetonskih, ciklično obteženih okvirjev) in dobro deluje. Stabilizacijo integracijske sheme je mogoče doseči tudi z vnašanjem umetnega dušenja v sistem. Tudi za ta primer smo pripravili originalni postopek, ki vnaša v sistem dušenje samo tam in tedaj, ko je dušenje potrebno (Gams, Planinc, Saje, A heuristic viscosity-type dissipation for high frequency oscillation damping in time integration algorithms, *Comput. mech.*, 2007, vol. 41, str. 17-29, kategorija revije 1A2). Objavili smo tudi članka (Gams, Saje, Srpčič, Planinc, Finite element dynamic analysis of geometrically exact planar beams, *Comput. struct.*, 2007, vol. 85, str. 1409-1419, kategorija revije 1A1; Gams, Planinc, Saje, The strain-based beam finite elements in multibody dynamics, *J. Sound Vib.*, 2007, vol. 305, str. 194-210, kategorija revije 1A2), v katerih je prikazana popolnoma nova formulacija kinematično točne dinamike ravninskih okvirjev s končnimi elementi, osnovanimi na interpolaciji deformacij. Saje in Zupan (Saje, Zupan, The rattling of Euler's disk, *Multidiscipline modeling in materials and structures*, 2006, vol. 2, 49-66, kategorija revije 1D1) sta z uporabo numeričnega modeliranja in računalniških simulacij poiskala odgovor na vprašanje »zakaj Eulerjev disk pri kotaljenju proizvaja ropotajoč zvok?« Tematika, ki sicer presega okvire mehanike konstrukcij, je bila z zanimanjem sprejeta tudi med študenti (program je narejen v okolju Matlab), saj omogoča spremljanje realističnega kotaljenja ploščice po vodoravni ravnini s podrsavanjem ob vplivu zračnega upora in vetra za različne začetne pogoje. To delo predstavlja temelj bodočih raziskav gibanja velikega sistema delcev (plazovi, trdni delci v tekočini).

**Razvoj metod za določanje zanesljivosti konstrukcij.** Naše najpomembnejše delo iz zanesljivosti konstrukcij zadeva določitev karakterističnih vrednosti iz relativno majhnih vzorcev. Ta problem smo za nekatere porazdelitve rešili analitično, za druge pa s simulacijami. Rezultat je članek, objavljen v reviji *Structural Safety* (Zupan, Srpčič, Turk, Characteristic value determination from small samples, *Struct. saf.*, 2007, vol. 29, str. 268-278, kategorija revije 1A1; Zupan, Turk, Characteristic value determination for arbitrary distribution. V: Brebbia, Carlos Alberto (ur.). *Risk analysis IV*, Southampton; Boston: WIT Press, cop. 2004, 503-512, kategorija objave 3B). V sodelovanju s finskim inštitutom VTT smo z verjetnostnimi metodami analizirali lesene nosilce, obremenjene s požarno obtežbo, o čemer smo poročali v članku Torati, Schnabl, Turk, Reliability analysis of a glulam beam, *Struct. saf.*, 2007, vol. 29, str. 279-293, kategorija revije 1A1. Precej napora, vendar z uspehom, je bilo vložene tudi v uporabo verjetnostnih metod pri razvrščanju konstrukcijskega lesa po trdnosti, kjer nedestruktivno ocenjevanje trdnosti lesenih elementov temelji na meritvah elastičnega modula. Ker pa zveza med trdnostjo in elastičnim modulom ni zanesljiva, pride do napak, ki se jim ne moremo izogniti, lahko pa jih ocenimo. Uporabili smo metodo Monte Carlo za ocenjevanje statističnih lastnosti razvrščanja lesa po trdnostih. Rezultati so objavljeni v Turk, Ranta-Maunus, Analysis of strength grading of sawn timber based on numerical simulation,

*Wood Sci. Technol.*, 2004, vol. 38, str. 493-505, kategorija revije 1A1. Poleg metode Monte Carlo smo preizkusili tudi uporabnost umetnih nevronske mreže za razvrščanje lesenih elementov po trdnosti (Šinkovec, Turk, Zupan, Uporaba umetnih nevronske mreže pri razvrščanju lesenih elementov po trdnosti, *Gradbeni vestnik*, 2008, vol. 57, 303-309, kategorija revije 1D2). V okviru akcije COST TU0601 se Turk ukvarja s problematiko ugotavljanja robustnosti konstrukcij, ki je tesno povezana z verjetnostnimi metodami. Poudarek je v uvajanju meril in pravil za projektiranje, ki bi povečala robustnost konstrukcij z namenom povečanja varnosti glede na nenavadne in nepričakovane dogodke, ki so lahko posledica terorističnih napadov ali spremembe klimatskih pogojev.

#### **Razvoj vede o materialih v konstrukcijah.**

-----Prvi prispevek (Dobovšek, Problem of a point defect, spatial regularization and intrinsic length scale in second gradient elasticity, *Mater. sci. eng., A Struct. mater. prop. microstruct. process.*, 2006, vol. 423, str. 92-96, kategorija revije 1A2) obravnava točkovni defekt v materialu gradientnega tipa reda dve. Rešitev vsebuje poleg klasičnih standardnih materialnih parametrov še dodatne parametre, ki zajemajo vpliv različnih velikostnih skal gradientnega materiala reda dve. S pomočjo teh parametrov lahko modeliramo lastnosti na različnih materialnih ravneh od mikro do makro nivoja. Prikazana je uporaba na primeru točkovnega defekta.

-----Drugi prispevek (Dobovšek, A theoretical model of the interaction between plastic distortion and configurational stress on the phase transformation front, *Mater. sci. eng., A Struct. mater. : prop. microstruct. process.*, 2007, str. 956-361, kategorija revije 1A2) obravnava problem interakcije med konfiguracijsko napetostjo, ki nastane na ostri fronti fazne transformacije med matriko osnovnega materiala in materiala martensitne strukture. Razviti model omogoča izpeljavo konstitucijskega zakona, ki povezuje hitrost plastične distorzije, napetosti, tenzorja kristalografske transformacije in spremembe termodinamičnega potenciala na ploskvi fazne transformacije.

-----Tretji prispevek (Dobovšek, Calculation of interface stress relaxation in bimorph element with flexible structure. ANSCSE 11 : Annual National Symposium on Computational Science and Engineering, 28-30 March 2007, Prince of Songkla University, Phuket, Thailand. Phuket: Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, 2007, str. 16-25) je vabljeno predavanje. Prikazan je pristop k reševanju problema relaksacije koherentne napetosti, ki nastane na razmejitveni ploskvi med lamelama materiala epitaksialne strukture. Model temelji na matematični teoriji zveznih porazdelitev dislokacij, ki je znana le ožjemu krogu raziskovalcev. V delu pokažemo, da je ukrivljenost sistema neposredno odvisna od plastičnega dela tenzorja distorzij, in da nezvezna porazdelitev gostote dislokacij povzroči tako imenovano lastno deformacijo zaradi nekompatibilnosti parametrov obeh kristalografskih rešetk, ki se stikata na razmejitveni ploskvi, to pa posredno povzroči sproščanje napetosti na razmejitveni ravnini. Prikazani postopek analize je pomemben tudi z vidika praktične uporabe v industriji polprevodnikov.

-----Četrty prispevek (Koc, Štok, Computer-aided identification of the yield curve of a sheet metal after onset of necking, *Comput. mater. sci.*, 2004, vol. 31, str. 155-168, kategorija revije 1A2) obravnava algoritem inverzne identifikacije krivulje plastičnega tečenja. Na primeru jeklene pločevine je izvedena primerjava med obstoječim, klasičnim postopkom določevanja krivulje plastičnega tečenja in inverznim postopkom. Opisana metodologija inverznega določevanja krivulje plastičnega tečenja se uporablja tudi v praksi (Kovinoplastika Lož in Niko Železniki).

-----Peti prispevek (Mejak, *Advances in constitutive relations applied in computer codes*. Centre International des Sciences Mechaniques (CISM), Udine: *Advances in constitutive relations applied in computer codes*, 23. -25.7.2007) je bil predstavljen kot predavanje na mednarodnem centru za mehaniko v Vidmu, Italija.

-----Šesti prispevek obravnava modeliranje obnašanja betona takoj po betoniranju. V masivnih betonskih konstrukcijah se pogosto zgodi, da je segrevanja betona zaradi hidratacije cementa dominantna obtežba. Osnovni podatek za analizo je adiabatna krivulja betona pri strjevanju. Na osnovi merjenih adiabat smo pripravili model, ki je osnovan na umetnih nevronske mrežah in s katerim lahko zanesljivo modeliramo adiabatno krivuljo za betone zelo različnih karakteristik. V drugem delu raziskav betona smo uporabili ultrazvočne metode za določitev točk vezanja in strjevanja betonskih in cementnih mešanic. Z obsežnimi laboratorijskimi raziskavami in primerjavami smo pokazali, da je ultrazvočna metoda zanesljiva alternativa drugim metodam. O rezultatih so poročali Trtnik, Kavčič in Turk v revijah *Automation in construction*, 2008, vol. 18, str. 10-15 (kategorija revije 1A2) in *Ultrasonics*, 2008, str. 1-8 (kategorija revije 1A3) in v članku Trtnik, Turk, Kavčič, Bokan v reviji *Cement and concrete research*, 2008, str. 1-7, kategorija revije 1A1. Delo je opravljeno tudi za namene izgradnje verige hidroelektrarn na Savi.

-----Sedmi prispevek obravnava mehansko analizo lepljenih lesenih nosilcev, izpostavljenih

spreminjajoči se vlažnosti (Srpčič, Srpčič, Saje, Turk, *Wood in Science and Technology*, 2008, str. 1-14, kategorija revije 1A2). Primerjani so rezultati dolgotrajnih eksperimentov in lastnega matematičnega modela.

**Razvoj brez mrežnih metod.** Kot alternativa že uveljavljenih numeričnih metod je Turk skupaj z drugimi (Vrankar, Runovc) razvijal brez mrežne metode, ki temeljijo na uporabi radialnih baznih funkcij. Te metode so bile preverjene v relativno zahtevnih numeričnih analizah prenosa radionuklidov skozi porozna tla, rezultati pa so bili objavljeni v mednarodnih revijah (Vrankar, Turk, Runovc, Combining the radial basic function eulerian and lagrangian schemes with geostatistic for modelling of radionuclide migration through the geosphere, *Comput. math. appl.*, 2004, vol. 48, str. 1517-1529, kategorija revije 1A3; Vrankar, Turk, Runovc, Modelling of radionuclide migration through the geosphere with radial basis function method and geostatistics, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 2004, vol. 27, str. 455-462, kategorija revije 1A4; Vrankar, Turk, Runovc, Verification of meshless methods in transport modelling of radionuclide migration through the geosphere, *Build. Res. J. (Bratisl.)*, 2005, vol. 53, str. 1-7, kategorija revije 1E ; Vrankar, Turk, Runovc, A comparison of the effectiveness of using the meshless method and the finite difference method in geostatistical analysis of transport modeling, *Int. J. Comput. Methods*, 2005, vol. 2, str. 149-166, kategorija revije 1D1).

### 3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>2</sup>

Ocenjujem, da so vsi raziskovalni cilji ne samo doseženi, temveč celo preseženi. Nad pričakovanji smo bili uspešni na področju požarne analize, pri študiju delaminacije kompozitnih nosilcev in pri razvoju nedestruktivnih metod za oceno začetka vezanja betona in naraščanja trdnosti pri mladem betonu.

### 4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa<sup>3</sup>

--

### 5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>4</sup>

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Prispevek k materialno in geometrijsko nelinearni analizi armiranobetonskih ravninskih nosilcev
		ANG	On materially and geometrically non-linear analysis of reinforced concrete planar beams
	Opis	SLO	Prikazan je matematični model za numerično analizo armiranobetonskih nosilcev. Novost modela je način, kako upošteva mehčanje armiranega betona v postkritični fazi.
		ANG	A family of new beam finite elements for geometrically and materially non-linear static analysis of reinforced concrete planar frames is derived, in which strain measures are the interpolated unknowns. The strain localization caused by the strain softening at cross-sections is resolved by the introduction of a 'short constant-strain element'. Comparisons between numerical and experimental results on planar frames in pre- and post-critical states show both good accuracy and computational efficiency of the formulation.
	Objavljeno v		BRATINA, Sebastjan, SAJE, Miran, PLANINC, Igor. On materially and geometrically non-linear analysis of reinforced concrete planar beams. <i>Int. j. solids struct.</i> [Print ed.], 2004, letn. 41, str. [7181]-7207, JCR IF: 1.378
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		2476385	
2.	Naslov	SLO	Linearizirana tridimenzionalna teorija v začetku ukrivljenih in zviti nosilcev: formulacija z deformacijami
		ANG	The linearized three-dimensional beam theory of naturally curved and twisted beams : the strain vectors formulation
	Opis	SLO	Izpeljan je matematični model za numerično analizo tridimenzionalnih nosilcev, ki so v nedeformiranem stanju poljubno ukrivljeni in zviti.

			Formulacija temelji na deformacijah kot osnovnih spremenljivkah problema.
		ANG	This paper presents the linearized version of the geometrically exact three-dimensional beam theory of naturally curved and twisted beams. A new finite-element formulation for the linearized theory is proposed in which only the strain vectors need be interpolated. The linear form of the consistency condition is enforced to be satisfied at chosen points. An initially curved and twisted axis of the beam is assumed which requires a special consideration of the non-linearity of spatial rotations. The accuracy and the efficiency of the derived numerical algorithm is shown via numerical examples.
	Objavljeno v		ZUPAN, Dejan, SAJE, Miran. The linearized three-dimensional beam theory of naturally curved and twisted beams : the strain vectors formulation. Comput. methods appl. mech. eng.. [Print ed.], 2006, letn. 195, št. 33-36, str. 4557-4578, JCR IF: 2.015
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		3169889
3.	Naslov	SLO	Nelinearna numerična analiza kompozitnih ravninskih nosilcev z upoštevanjem zdrsa med sloji
		ANG	Non-linear finite element analysis of composite planar frames with an interlayer slip
	Opis	SLO	Izpeljan je matematični model za numerično analizo ravninskih slojevitih nosilcev. Formulacija temelji na končnih deformacijah kot osnovnih spremenljivkah problema in upošteva zdrs med sloji. Na tej formulaciji smo zgradili razne modele za obravnavo konkretnih vrst konstrukcij, npr. sovprežne konstrukcije tipa jeklo-beton.
		ANG	A new finite-element, finite-displacement slip formulation is presented for the non-linear analysis of two-layer composite planar frames with an interlayer slip. Non-linear, time-dependent material models for the layers, and a non-linear relationship between the slip and the shear traction at the interface are assumed. The finite element is perfectly suited for practical calculations.
	Objavljeno v		ČAS, Bojan, SAJE, Miran, PLANINC, Igor. Non-linear finite element analysis of composite planar frames with an interlayer slip. Comput. struct.. [Print ed.], 2004, letn. 82, str. [1901]-1912, JCR IF: 0.741
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		2475873
4.	Naslov	SLO	Določitev karakterične vrednosti iz majhnih vzorcev
		ANG	Characteristic value determination from small samples
	Opis	SLO	Med našimi najpomembnejšimi deli o zanesljivosti konstrukcij je določitev karakterističnih vrednosti iz relativno majhnih vzorcev. Ta problem smo za nekatere porazdelitve rešili analitično, za druge pa s simulacijami. Postopek je bil uporabljen pri določanju karakterističnih vrednosti pri betonu in lesu.
		ANG	In practical problems the parameters of distribution can only be estimated from random samples. Hence the characteristic value is by itself a random variable. The estimates of characteristic values are strongly dependent on the distribution of a random variable. We derive the analytical solution for the characteristic value determination from random samples of normal and lognormal random variables. The results are confirmed by computer simulations. The approach is applied to the data set from bending strengths of finger jointed wooden beams.
	Objavljeno v		ZUPAN, Dejan, SRPČIČ, Jelena, TURK, Goran. Characteristic value determination from small samples. Struct. saf.. [Print ed.], 2007, letn. 29, št. 4, str. 268-278, JCR IF: 1.075
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		3588449
5.	Naslov	SLO	Možnosti uporabe ultrazvočne metode za oceno začetka vezanja cementne paste
		ANG	Possibilities of using the ultrasonic wave transmission method to estimate an initial setting time of cement paste
	Opis	SLO	Opravili smo veliko število eksperimentov različnih vzorcev cementne paste in dobljene izmerke z ultrazvokom analizirali z nevronskimi mrežami. Rezultat je precej zanesljiva nedestruktivna merilna metoda za določitev

		začetka vezanja v cementni pasti.
	ANG	The paper discusses the use of the ultrasonic wave transmission method in estimating the initial setting time of cement paste. Different parameters of cement paste were analysed, including water/cement ratio, type of cement, curing temperature, cement fineness, and some clinker compositions. The initial setting time of an arbitrary cement paste was found to be very accurately estimated as the time of the first inflection point on the ultrasonic pulse velocity curve, or as the time when the ultrasonic pulse velocity is close to the ultrasonic pulse velocity in water.
Objavljeno v		TRTNIK, Gregor, TURK, Goran, KAVČIČ, Franci, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta. Possibilities of using the ultrasonic wave transmission method to estimate initial setting time of cement paste. Cem. concr. res.. [Print ed.], 2008, str. 1-7, JCR IF (2007): 1.028
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	4294497	

## 6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Vpenjalni mehanizem registratorja: patent št. 21455, Ljubljana; Clipping assembly of a document file : European Patent Nr. EP 1 606 122 A1
		ANG Clipping assembly of a document file: patent no. 21455, Ljubljana; European Patent Nr. EP 1 606 122 A1, European Patent Office (EPO), 2005
Opis	SLO	Razvoj in registracija slovenskega in evropskega patenta (patent št. 21455, Ljubljana: 2004; Clipping assembly of a document file : European Patent Nr. EP 1 606 122 A1, European Patent Office). Patent je podeljen skupini, sestavljeni iz strokovnjakov tovarne Niko Železniki in raziskovalcev Fakultete za strojništvo ter Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko. Patent je dobil zlato priznanje za inovacijo Gospodarske zbornice Slovenije, 2006.
	ANG	Pino Koc was an active member of a team of researchers who registered Slovenian and European patent for a Clipping assembly. The team consisted of engineers from factory Niko Železniki, Faculty of mechanical engineering and Institute of mathematics, physics and mechanics. A golden award was given for this innovation by the Chamber of economy of Slovenia (2006).
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
Objavljeno v		ŠTOK, Boris, HALILOVIČ, Miroslav, KOC, Pino, MOLE, Nikolaj. Numerični model vpenjalnega mehanizma za registratorje : poročilo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, LNMS, 2001. 26 str.
Tipologija	2.24	Patent
COBISS.SI-ID	4964891	
2.	Naslov	SLO Razvrščanje lesa po trdnosti (F.09; F.11; F.17)
		ANG Strength grading of sawn timber based on numerical simulation
Opis	SLO	Razvrščanje lesa po trdnosti je zakonsko predpisano. Ker je v Sloveniji to področje še v razvoju, prihaja do velikih izgub dobička, saj razvrščanje našega lesa opravijo v sosednjih državah, običajno v Avstriji. V okviru nacionalnega finskega projekta Combigrade in mednarodnega evropskega projekta GradeWood sodelujemo pri pripravi zanesljivih metod razvrščanje lesa glede na trdnost in vodimo razvoj metod za rabo v Sloveniji.
	ANG	Timber strength grading has been neglected in Slovenia, which results in large financial losses due to the fact that timber from Slovenian forests used in Slovenia is usually graded in neighbouring countries. In the framework of two international projects (Combigrade and Gradewood), we have been co-preparing more effective and reliable methods for timber grading while simultaneously helping to implement the timber grading methods in the Slovenian practice.
Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
Objavljeno v		Turk, Ranta-Maunus, Analysis of strength grading of sawn timber based on numerical simulation, Wood Sci. Technol., 2004, vol. 38, str. 493-505.
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

	COBISS.SI-ID	2637921
3.	Naslov	SLO Pedagoško delo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo
		ANG Teaching at the Faculty of Civil and Geodetic Engineering
	Opis	SLO Člani programske skupine so zaposleni kot učitelji. Njihov kratkoročni in dolgoročni vpliv na študente je opazen, posebej še prek mentorstev. Monografija Mehanika trdnih teles. Priznanje "naj" profesor in asistent na gradbeništvu (S. Srpčič, D. Zupan). Študijsko gradivo (M. Saje in D. Zupan, program Nodi). Učbenik Nelinearna mehanika-Numerične metode v analizi konstrukcij-naloge. Tekmovanje za srednješolce. Pozitiven odziv kaže na družbeno koristnost in smiselnost delovanja.
		ANG Advisers in graduation theses. Monography Mechanics of solids and structures. The student council elected S. Srpčič the best professor and D. Zupan the best assistant. Opened the access to the computer program Nodi. A textbook Non-linear computational structural mechanics through problems. The national competition in structural mechanics for high school students. This is a nice opportunity for them to meet academics prior to starting university studies.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	SRPČIČ, Stane. Mehanika trdnih teles. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2003. XII, 651 str., ilustr. ISBN 961-6167-58-8. SRPČIČ, Stane. Mehanika trdnih teles. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2003. XII, 651 str., ilustr. ISBN 961-6167-58-8.
	Tipologija	2.03 Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo
COBISS.SI-ID	126565120	
4.	Naslov	SLO Organizacija znanstvenih konferenc (B.01; F.01; F.02; F.03; F.04; F.18)
		ANG Organisation of scientific conferences (B.01; F.01; F.02; F.03; F.04; F.18)
	Opis	SLO Organizacija Kuhljevih dnevov Slovenskega društva za mehaniko. V letih 2004-2007 je D. Zupan kot tajnik društva soorganiziral redna srečanja Slovenskega društva za mehaniko in bil sourednik ter recenzent zbornika. M. Saje je bil recenzent in vodja sekcije. D. Zupan je zasnoval in skrbel za informacijsko infrastrukturo društva.
		ANG In period 2004-2007, D. Zupan served as a secretary of the Slovenian society for mechanics and co-organised its annual conferences named after the famous Slovenian mechanist Anton Kuhelj. Zupan also acted as the co-editor and the reviewer of the Proceedings and the developer and manager of the information infrastructure of the Society. M. Saje was the reviewer and the chair of the section.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2004, Otočec, 30. september - 1. oktober 2004. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2004. VI, 382 str., ilustr., tabele. ISBN 961-90000-9-9. KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2005, Podčetrtek, 22.-23. september 2005. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2005. VI, 352 str., ilustr. ISBN 961-91659-0-X.
	Tipologija	2.32 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na domači konferenci
COBISS.SI-ID	215625728	
5.	Naslov	SLO Razvoj temperatur, začetek vezanja in naraščanje trdnosti betona
		ANG Prediction of adiabatic curves, initial setting time of cement paste and concrete strength
	Opis	SLO Začetek vezanja in naraščanje trdnosti betona s časom pomembno vplivata na hitrost gradnje in končno kvaliteto betona. V sodelovanju s podjetjem IGMAT iz Ljubljane smo razvili postopek za določanje adiabatskih krivulj temperature v mladem strjujočem se betonu v odvisnosti od številnih parametrov betona. Razvili smo metode za določitev začetka vezanja in tlačne trdnosti mladega betona z ultrazvočno metodo. Rezultati teh neporušnih metod so zelo vzpodbudni.
		The knowledge of setting time and strength during initial phase of hardening of concrete is essential for building planning. A cooperation with the IGMAT



	ANG	building institute in Ljubljana resulted in a numerical procedure for the prediction of adiabatic temperature curves in fresh hardening concrete; in a non-destructive method to obtain the setting time of cement paste; and in a method to predict current concrete strength.
Šifra	F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
Objavljeno v	TRTNIK, Gregor, TURK, Goran, KAVČIČ, Franci, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta.	Possibilities of using the ultrasonic wave transmission method to estimate initial setting time of cement paste. Cem. concr. res., 2008, 1-7.
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	4044385	

## 7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>6</sup>

### 7.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>7</sup>

SLO

Programska skupina je bila pri razvoju znanosti uspešna na vseh področjih dela, kar objektivno dokazujejo tudi objave v recenziranih mednarodnih revijah, citiranost, vabila za recenziranje člankov, predloženih mednarodnim revijam, in za nadaljnje objave v revijah. Tu želimo izpostaviti rezultate z jasno znanstveno vrednostjo.

---Razvoj novih numeričnih metod kot orodij za nelinearno statično in dinamično analizo prostorskih konstrukcij. Razvili smo družino natančnih, zanesljivih in računsko ekonomičnih končnih elementov kinematično točnih prostorskih nosilcev, ki so osnovani na interpolaciji deformacij. Pri tem smo vpeljali nove ideje za izboljšanje dosedanjih metod: zadoščanje enačbam konsistence v izbranih točkah; nekonvencionalne interpolacijske funkcije (valčki); parametrizacija rotacij s kvaternioni; nova konservativna časovna integracijska shema; analitična integracija napetosti po armiranobetonskem prostorskem prerezu; vpliv izbire reševanja enačb konsistence na hitrost globalne iteracije. Razvili smo družino nelinearnih končnih elementov ravninskih nosilcev, ki upoštevajo zdrs nosilcev na stiku. Večina omenjenih del je bila objavljena v vrhunskih revijah in predstavljajo prispevke k razvoju znanosti na področju mehanike konstrukcij. Razvita orodja smo uporabili pri študiju inženirskih problemov, kot sledi.

---Požarna odpornost. Sposobnost ocenjevanja napetosti in deformacij v konstrukcijah med požarom z numeričnimi metodami je ključna za varno projektiranje. Numerična orodja smo dopolnili za analizo jeklenih, armiranobetonskih in lesenih linijskih konstrukcij. Opravili smo vrsto študij vplivov posameznih parametrov konstrukcije, požara in modelov materiala na odziv. O tem smo poročali v mednarodnih revijah in na mednarodnih konferencah in s tem prispevali k razširjanju novega znanja v mednarodni prostor.

---Kompozitne konstrukcije. Analizirali smo vpliv zdrsa pri sovprežnih konstrukcijah, lesenih konstrukcijah in konstrukcijah, ojačanih z zaplatami iz jekla ali iz polimernih materialov. Uspešno smo analizirali delaminacijo sestavljenih nosilcev in njihovo postkritično obnašanje. Pričeli smo z analizo obnašanja kompozitnih konstrukcij pri požaru, predvsem glede hkratnega vpliva temperature in pritiskov pare v betonu na obnašanje armiranobetonskih konstrukcij. Pri naših delih gre delno za prilagoditev matematičnih orodij konkretnemu problemu, še bolj pa za razumevanje in kvantifikacijo obnašanja konstrukcije.

---Analiza obnašanja betonskih konstrukcij takoj po vgradnji betona. Tu smo se osredotočili na določanje adiabatskih krivulj temperature, začetka vezanja betona in na rast trdnosti s časom. Razvili smo nove numerične postopke, ki kombinirajo umetne nevronske mreže z metodo končnih elementov, pri čemer si pomagamo z ultrazvočnimi preskusi (začetek vezanja in rast trdnosti) in z adiabatnim preskusom. Bistvene prispevke svojega dela smo opisali v treh člankih v mednarodnih revijah.

---Razvrščanje lesa po trdnosti. Razvijali smo simulacijske metode za analizo uspešnosti in zanesljivosti razvrščanja lesa po trdnosti. Pri tem je bilo potrebno rešiti nekaj pomembnih korakov: generiranje vzorca koreliranih nenormalno porazdeljenih slučajnih spremenljivk – logaritemsko normalna porazdelitev in porazdelitev ekstremnih vrednosti; določitev karakterističnih vrednosti v primeru majhnih vzorcev (odvisna od porazdelitve in stopnje zaupanja); avtomatiziranje postopka razvrščanja lesenih elementov v razrede in iskanje ustreznih oblik namenske funkcije za določitev optimalnega razvrščanja. Deli teh analiz so bili objavljeni v mednarodnih revijah. Praktičen cilj pa je vpeljava strojnega razvrščanja lesa po trdnosti v Slovenijo.

ANG

The research group was successful in publishing its results in high-quality peer-reviewed international journals and in disseminating knowledge on national and international conferences. We wish to point out here those works that seem to us to undoubtedly contribute to the "development of science".

---Tools for numerical non-linear static and dynamic analysis of space structures. We have proposed a family of accurate, reliable and robust, and computationally efficient spatial beam finite elements, based on the interpolation of strain vectors. The improvement of the present-state beam finite elements has been made possible by introducing and implementing several new ideas, including: the point-wise satisfaction of consistency conditions; unconventional interpolation functions; quaternions; new energy-conserving time-integration scheme; the way the non-linear constitutive equations are solved to improve the global convergence. A parallel work has been focused on the development of a composite planar beam element, where slip at the contact between the beams takes place. They provide tools for a reliable analysis of behaviour of engineering structures, as shortly described in the sequel.

---Behaviour of structures in fire. It is essential to be able to predict behaviour of engineering structures in fire without doing experiments. Our numerical tools described above have been modified to include time-dependent temperature loading and realistic material laws that are capable of behaviour of material during high temperature. A systematic analyses have been performed to assess the effect of a number of parameters on simple structures.

---Composite structures. Here our objective is to assess the effect of slip between the layers of equal or different materials, with the connections being either perfectly or imperfectly glued, welded, nailed or screwed, on ductility and the bearing capacity of the composite structure. Although being small, slip may largely affect ductility. As composite timber structures are prone to delamination, their effect onto the critical load and post-buckling behavior should not be neglected. The delamination often triggers the buckling failure at a considerably reduced force. It is thus very important to study different types of single and multiple delaminations regarding their effects on both buckling and post-buckling behavior.

---Material properties and behaviour in hardening concrete. Here our concern are adiabatic temperature curves due to hydration of cement, the setting time in a cement paste and the variation of strength of concrete with time. We managed to develop a neural networks-based computational algorithm that is capable of predicting adiabatic curves for a rather general concrete mix. The setting time and the increase of strength during initial phase of hardening of concrete depend on various parameters including temperature of concrete. A simple, ultrasonic-based non-destructive procedure to obtain the setting time of cement paste has been developed and validated. The third method combines ultrasonic experiments and artificial neural networks to predict current concrete strength. These new methods are simple to use and are thus not only a scientific achievement.

---Timber strength grading. Simulation methods such as Monte Carlo method must be applied to analyze the accuracy and reliability of strength timber grading. There are several steps that are of a significant scientific value: the generation of sample of non-normally distributed correlated random variables; characteristic value determination in the case of small samples; and the automatization of the grading procedure and determination of optimal goal function for the optimum grading and machine setting determination.

## 7.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>8</sup>

SLO

Programska skupina je v obravnavanem obdobju 2004-2008 na širšem področju mehanike konstrukcij prispevala vrsto novosti. Znanje, znanstveni rezultati in samozavest, ki si ga je s tem pridobila, omogočata enakovreden odnos članov skupine z raziskovalci in akademiki dobrih univerz v tujini. Takšno stanje je zelo pomembno za ohranjanje kvalitete študija na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo in univerz v Sloveniji nasploh. Programska skupina se pri svojem raziskovalnem delu opira na lastne teoretične koncepte in z njimi nadgrajuje obstoječe znanje v svetu; prav tako se le delno opira na komercialne računalniške programe in je zato v teoretičnem, programerskem in uporabnem smislu neodvisna od drugih, kar je prednost pri reševanju nestandardnih strokovnih in raziskovalnih problemov. Trije taki praktično pomembni problemi za Slovenijo, s katerimi se skupina ukvarja, so požarna odpornost konstrukcij (npr. požari v cestnih predorih), razvrščanje lesa po trdnosti (žagarska industrija) in analiza obnašanja betona po vgradnji (tehnologija gradnje velikih sistemov, npr. hidroelektrarne na Savi).

ANG

The period 2004-2008 appears to be successful for the Structural mechanics group particularly in terms of its scientific production. This proves its high scientific level comparable to the level

in good international universities. This is of a prime importance for our faculty, students and slovenian universities in keeping pace with the international academic community. The research group follows its own theoretical concepts and combines them with the ideas found in recent literature. The primary aim of the group is the production of its own mathematical models and research computer programs, although commercial computer programs are not fully ignored. Hence it operates as an independent research unit with a profound knowledge of both theory and computational techniques. This is an advantage in solving non-standard professional and scientific problems. The characteristic problems of this kind, also important for Slovenia, are fire safety of structures (e.g. of tunnels), timber strength grading (sawmills), and behaviour of fresh hardening concrete (with regard to the optimal technology of construction of large buildings, e.g. hydro power plants on the river Sava).

#### 8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov<sup>9</sup>

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	1	
- doktorati	5	4
- specializacije		
<b>Skupaj:</b>	6	4

#### 9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	1	1	
- gospodarstvo	3		
- javna uprava	1		
- drugo			
<b>Skupaj:</b>	5	1	0

#### 10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju<sup>10</sup>

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2004, Otočec, 30. september - 1. oktober 2004. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2004. VI, 382 str., ilustr., tabele. ISBN 961-90000-9-9. <a href="http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD2004.pdf">http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD2004.pdf</a> . [COBISS.SI-ID 215625728]	23
2.	KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2005, Podčetrtek, 22.-23. september 2005. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2005. VI, 352 str., ilustr. ISBN 961-91659-0-X. <a href="http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD2005.pdf">http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD2005.pdf</a> . [COBISS.SI-ID 222115840]	21
3.	KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2006, Lipica, 21.-22. september 2006. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2006. VI, 302 str., ilustr. ISBN 961-91659-1-8. ISBN 978-961-91659-1-1. <a href="http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD06net.pdf">http://www.km.fgg.uni-lj.si/sdm/zbornik/ZbornikKD06net.pdf</a> .	18

	[COBISS.SI-ID 228623104]	
4.	KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). Kuhljevi dnevi 2007, Snovik, 20.-21. september 2007. Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 2007. 272 str., ilustr. ISBN 978-961-91659-2-8. http://www.drustvozamehaniko.si/zbornik/ZbornikKD2007.pdf. [COBISS.SI-ID 234877696]  KORELC, Jože (ur.), ZUPAN, Dejan (ur.). SDM - Slovensko društvo za mehaniko. [Ljubljana]: Slovensko društvo za mehaniko, [2007]. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 236704512]	16
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

\*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

#### 11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	2
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	3
<b>Skupaj:</b>	5

#### 12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju<sup>11</sup>

-----Kombinirani sistemi razvrščanja lesa, bilateralna Finska-Slovenija, BI-FI/04-05-006, 2004-2006 (Turk, Schnabl).  
 -----Mehanska analiza lesenih konstrukcij pri požaru, bilateralna Češka-Slovenija, BI-CZ/06-07-013, 1.1.2006-31.12.2007 (Srpčič, Planinc, Schnabl).  
 -----Analiza in projektiranje inženirskih lesenih konstrukcij iz kompleksnih večslojnih lesenih kompozitov, bilateralna Avstrija-Slovenija, BI-AT/07-08-009, 1.1.2007-31.12.2008 (Saje, Zupan).  
 -----Reliability analysis of timber structures, COST E24, 2000-9.2005 (Turk).  
 -----Robustness of structures, COST TU0601, 4.2007-4.2010 (Turk).  
 -----Modelling of the performance of timber structures, COST E55, 9.2007-9.2010 (Turk).  
 -----FRANE, Evropska komisija DG Environment, 07.030601/2006/448161/SUB/A3, 1.1.2007-31.12.2008 (Turk).  
 -----DEBRIS, L. da Vinci, I/03/B/F/PP-154222, 1.10.2003-30.9.2005 (Turk).  
 -----GradeWood, WoodWisdom, 112006B, 1.1.2008-31.12.2010 (Turk).  
 -----Unapređivanje točnosti nelinearnih grednih elemenata s neograničenim 3D rotacijama, projekt, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske, 114-0000000-3025 (Saje, Zupan).  
 -----Combigrade (Turk).  
 -----Nelinearno numerično modeliranje prostorskih armiranobetonskih okvirjev z upoštevanjem korozije armature, bilateralna Hrvaška-Slovenija, BI-HR/09-10-031, 2009-2010 (Zupan).

### 13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS<sup>12</sup>

-----Izdelava računskega modela in programske opreme za analizo obnašanja masivnega betona pri HE Blanca, pogodba št. IRMA 02-075-02/JŠ-A (Planinc, Turk).

-----Obnašanje betona, izpostavljenega podvodni abraziji, 2004 (Kryžanowski, Planinc).

-----Poročilo o opravljenih laboratorijskih preiskavah otrdelih betonov v okviru "Izdelava matematičnega modela z računalniškim programom za dinamično analizo hidrotehničnih objektov - pregrad, 2004 (Planinc, Lopatič).

-----Analiza globokega vleka izdelka z oznako "SWENOX0834", 2004 (Štok, Mole, Koc).

-----Analiza preoblikovanja izdelka z oznako "42 606 000", 2004 (Štok, Mole, Koc).

-----Optimiranje parametrov tehnološkega postopka izdelave izdelka z oznako "01\_449\_0841\_18h", 2004 (Štok, Mole, Koc).

-----Razvoj tehnološkega postopka izdelave dvojnega pomivalnega korita z oznako "1200x500-A", "1200x500-B", "Mercer parola laundry tub 45L", gastro posode z oznako "Polar Ware GP 1-1", "Polar Ware GP 1-2", 2004 (Štok, Mole, Koc).

-----Razvoj tehnološkega postopka izdelave izdelka z oznako "Renault X44", 2004 (Štok, Mole, Koc).

-----Sanacija armiranobetonskih premostitvenih objektov - numerična analiza diferenčnega krčenja z upoštevanjem zdrsa med starim in novim betonom 2005 (Planinc, Čas, Turk, Schnabl, Zupan, Bratina, Gams, Saje).

-----Izdelava analize cevovoda NEK za potrebe projekta: Krško modernization - UPR snubber reduction analysis, 2005 (Štok, Halilovič, Koc, Mole, Rojc, Otrin, Kotar).

-----Izdelava matematičnega modela z računalniškim programom za dinamično analizo hidrotehničnih objektov - pregrad, pogodba št. IRS-10/02 (Saje, Planinc, Gams).

-----Razvojno raziskovalna naloga: Sanacija armiranobetonskih premostitvenih objektov - numerična analiza diferenčnega krčenja z upoštevanjem zdrsa med starim in novim betonom, pogodba DARS d.d. št. 212/2003 (FGG št. 170/2003) (Saje, Planinc, Čas).

-----Analiza potniškega terminala T2 pri potresni obtežbi, 2006 (Zupan, Zupan, Saje).

-----Izdelava predinvesticijske tehnično - prostorske dokumentacije za HE na Srednji Savi (samo organizacijsko tehnološki del), pogodba št. 171/2006 (Planinc).

----- Razvoj tehnološkega postopka izdelave izdelka z oznako "400x400x17&200", "EAGLE 14x10x9", "EAGLE 20x12x6.5", 2006 (Štok, Mole, Koc).

-----Analiza obstojnosti in puščanja umetnih pregrad ter identifikacija ključnih parametrov migracije radionuklidov v poroznih snoveh in njihov vpliv na varnost odlagališč radioaktivnih odpadkov, pogodba št. 2513-07-397033, URSJV (Turk).

-----Izdelava akcijskega programa umeščanja HE v prostor, pogodba o storitvah, št. HSE - UL FGG 17/2006 (Planinc, Hozjan, Krauberger).

-----Izdelava matematičnega modela z računalniškim programom za dinamično analizo hidrotehničnih objektov - pregrad, pogodba št. IRS-10/02 (Saje, Planinc, Gams).

-----Razvojno raziskovalna naloga: Sanacija armiranobetonskih premostitvenih objektov - numerična analiza diferenčnega krčenja z upoštevanjem zdrsa med starim in novim betonom, pogodba DARS d.d. št. 212/2003 (FGG št. 170/2003) (Saje, Planinc, Čas).

-----Izdelava predinvesticijske tehnično - prostorske dokumentacije za HE na Srednji Savi (samo organizacijsko tehnološki del), pogodba št. 171/2006 (Planinc).

-----Določitev projektnih termičnih lastnosti vogalnika Gorec 38 v skladu s tehničnimi zahtevami SIST EN 1745:2004, pogodba št. SB 03/07 (Bratina, Turk).

-----Ocena toplotne odpornosti dimniških plaščev v skladu z zahtevami tehničnih specifikacij SIST EN 12446:2003 : proizvod: Cementni izdelki Gorec - mali in veliki dimniški plašči brez in z zračnikom, 2007 (Bratina, Turk)

-----Ocena toplotne odpornosti dimniških plaščev v skladu z zahtevami tehničnih specifikacij SIST EN 12446:2003 : proizvod: Cementni izdelki Rojec - dimniški plašči brez zračnikov (opečno-betonski, iz glinoporja) 2007 (Bratina, Turk).

-----Trdnostna analiza glave gonilnika in gonilne lopate gonilnika HE Blanca, 2007 (Štok, Mole, Koc).

-----Ocena požarne odpornosti značilnega AB nosilca v Galeriji Šentvid skladno s standardom SIST EN 1992-1-2:2005 z uporabo napredne računske metode (varnost predora brez odpadle termične izolacije), 2008 (Bratina, Planinc).

-----Časovna analiza starih armiranobetonskih nosilcev pod železniško progo stare galerije predora Šentvid : ocena razporeditve kontaktnih napetosti med armiranobetonskim nosilcem in protipožarnim ometom zaradi vsiljenih pospeškov (iskanje vzroka odpadanja ometa), za sodišče, 2008 (Planinc, Zupan, Čas).

-----Statična (geometrijsko in materialno) nelinearna analiza vodnih toboganov, 2006 (Zupan, Čas, Planinc, Saje).

-----Izvedensko mnenje o vodnih toboganih v gospodarskem sporu, za sodišče, 2008 (Planinc, Čas, Ambrožič).  
 -----Strokovna asistenca za pridobitev certifikata za dimniški sistem KIP Slovenski dimnik po standardu SIST EN 13063-1:2006, 2008 (Bratina, Turk).  
 -----Mehanske analize izdelave rinčič za regulatorje, 2008 (Štok, Mole, Koc).  
 -----Razvoj tehnološkega postopka izdelave izdelka iz debele pločevine, 2008 (Štok, Mole, Koc).  
 -----Termomehanska in frekvenčna analiza navojnih sornikov M24x1300 statorja električnega generatorja HE Boštanj, 2008 (Štok, Mole, Koc).  
 -----Analiza obstojnosti in puščanja umetnih pregrad ter identifikacija ključnih parametrov migracije radionuklidov v poroznih snoveh in njihov vpliv na varnost odlagališč radioaktivnih odpadkov, pogodba št. 2513-07-397033, URSJV (Turk; Bokan Bosiljkov, Runovc).

**14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)**

**15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)<sup>13</sup>**

<b>Naslov</b>	STROPNIK, Jože, JANEŽIČ, Igor, SLOKAN, Iztok, SRPČIČ, Stane, ŠTERK, P., VRABIČ, A., VREČKO, B. Zbirka formul, veličin in preglednic iz mehanike.
<b>Opis</b>	Učno gradivo za srednje šole s poudarkom na opisu veličin in uporabi.
<b>Objavljeno v</b>	Ljubljana: Državni izpitni center, 2007. 48 str., graf. prikazi. ISBN 978-961-6322-18-8.
<b>COBISS.SI-ID</b>	235459840

**16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)<sup>14</sup>**

<b>Naslov</b>	Kdo so naši najboljši profesorji? : Izbrali ste jih vi, povprašali smo mi! na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani
<b>Opis</b>	Intervju nagrajenca v študentskem časopisu Fakultete za gradbeništvo in geodezijo.
<b>Objavljeno v</b>	Most, marec 2007, str. 6-9
<b>COBISS.SI-ID</b>	3856481

**17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008**

1.	<b>Naslov predmeta</b>	---Statika ---Kinematika in dinamika ---Mehanika trdnih teles ---Trdnost
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	univ. študij gradbeništvo
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	UL FGG
2.	<b>Naslov predmeta</b>	---Statika ---Trdnost ---Osnove verjetnostnega računa in statistike
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	vis. strok. študij gradbeništvo, izredni študij

	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL FGG
3.	<b>Naslov predmeta</b>	---Osnove mehanike ---Statistika z elementi informatike ---Temelji informacijsko upravljalnih sistemov
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	univ. študij vodarstva
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL FGG
4.	<b>Naslov predmeta</b>	---Statistika z elementi informatike
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	univ. študij geodezije
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL FGG
5.	<b>Naslov predmeta</b>	---Osnove nelinearne mehanike ---Numerične metode v teoriji konstrukcij ---Enačbe snovi ---Teorija elastičnosti ---Tankostenski nosilci ---Teorija zanesljivosti nosilnih konstrukcij
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	podipl. študij gradbeništvo
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL FGG
6.	<b>Naslov predmeta</b>	---Mehanika ---Mehanika ---Mehanika
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	vis. strok. študij praktične matematike univ. študij univ. študij gozdarstva
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL FMF UL NTF UL BF
7.	<b>Naslov predmeta</b>	
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	

**18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:**

	<b>Vpliv</b>	<b>Ni vpliva</b>	<b>Majhen vpliv</b>	<b>Srednji vpliv</b>	<b>Velik vpliv</b>	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" 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>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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</b>					



	<b>zdravstvenega varstva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar<sup>15</sup>**

**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, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

**Podpisi:**

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblašcene osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Miran Saje	in/ali	Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Kraj in datum:

**Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/1320**

<sup>1</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki),

## Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

**Naslov:** Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

**Opis:** Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

**Objavljeno v:** OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

**COBISS.SI-ID:** 1920113 [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006,106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a