

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/828

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

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0109
Naslov programa	Modeliranje v tehniki in medicini
Vodja programa	9806 Ivan Prebil
Obseg raziskovalnih ur	13.600
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	381 Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta 782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo 794 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Na področju analiz odpovedi gibljivih in negibljivih zvez so bili dopolnjeni in izdelani novi modeli za analizo sestavnih elementov (posebni ležaji različnih konstrukcijskih izvedb, prednapete vijačne zveze, zobniške dvojice) vrtljivih kotalnih zvez velikih dimenzij. Pri tem so bila upoštevana aktualna tuja in predvsem lastna spoznanja, ki so temelj za realnejše in natančnejše določanje nosilnosti in življenjske dobe kotalnih stikov pri značilnih pogojih obratovanja obravnavanih vrtljivih zvez. Poleg novih materialnih modelov, s pomočjo katerih se določajo kriteriji mejne nosilnosti kotalnih stikov v področju malocikličnega obremenjevanja, je posebej pomemben razvit model za izračunavanje mejnih obremenitev celotne vrtljive zveze, ki upošteva tudi realno elastično deformabilnost podoporne in vgradne strukture vrtljive zveze. Podatki o elastičnosti struktur so v model vnešeni s pomočjo elastičnih in togostnih matrik struktur skoncentrirano za področje kjer je vpet ležaj vrtljive zveze, katere je mogoče pridobiti po različnih metodah, predvsem pa z uporabo metode končnih elementov, tako da se oba dela strukture obravnavata ločeno. Metoda tako omogoča lažje prilagajanje parametrov same vrtljive zveze in tudi spreminjanje podpornih struktur in je zato tudi boljše praktično uporabna. Metoda je bila širše mednarodno predstavljena in je bila v delu strokovne srenje, ki se ukvarja s to problematiko, spoznana kot originalna in poimenovana »metoda Prebil – Zupan«. Poleg tega smo na tem področju razvijali tudi eksperimentalne metode merjenja in začeli za razvojem novih metod diagnostike poškodb v velikih kotalnih ležajih, ki so za nekatere aplikacije ključnega pomena za varno uporabo. Na osnovi pridobljenih spoznanj se v okviru skupine Viator & Vektor pripravlja projekt postavitve sodobne tehnološke linije za izdelavo preciznih velikih kotalnih ležajev (do ~ 4 m

premera) za najbolj zahtevne aplikacije, kot so vetrne elektrarne, pomorska in vojaška tehnika.

S slovenskimi podjetji smo sodelovali tudi pri razvoju specifičnih naprav in avtomatiziranih sistemov za proizvodnjo avtomobilskih gum in zračnih vzmeti. Pri tem smo uspeli razviti nekaj originalnih in inovativnih rešitev, ki naročnikom omogočajo hitrejšo in bolj ekonomično proizvodnjo ob izboljšani kvaliteti proizvodov.

Na področju specialnih konstrukcijski znanj je za področje majhnih specifičnih plastifikacij materiala predlagan mehanski in matematični makroskopski materialni model, ki upošteva kinematično (potovanje središča površine tečenja) ter izotropno utrjevanje in mehčanje (večanje oziroma manjšanje površine tečenja) ter poškodbeno mehaniko kontinuuma. Model tako opisuje potek napetostno deformacijskega stanja materiala z interakcijo utrjevanja ali mehčanja materiala, zmanjševanja srednje vrednosti napetosti ter rasti poškodbe materiala. Za modeliranje utrujenostne poškodbe in življenjske dobe pri malociklični obremenitvi je upoštevana evolucijska enačba linearne akumulacije poškodbe. Za nadaljnji razvoj in verifikacijo poškodbenega materialnega modela so bili določeni materialni parametri in predlagan protokol za popis parametrov naravne meje tečenja. Izdelani so bili preizkušanci trdot 296 HV, 420 HV in 546 HV ter dveh oklepni pločevin. Izvedeni so bili monotoni in malociklični testi epruvet do porušitve, pri čemer so bili določeni parametri materiala: elastični modul E , meja tečenja σ_y , limita R_∞ in stopnja b izotropnega mehčanja, mejne vrednosti $X_\infty^{(n)}$ in stopnje $\gamma^{(n)}$ kinematičnega utrjevanja, Ohno-Wangovi faktorji $m_{(n)}$, odpornostna energija poškodbe S ter začetni prag p_D in kritična vrednost D_c poškodbe. Prirastek poškodbe je bil natančno določen s posrednim opazovanjem spremembe elastičnega modula. Za integracijo materialnega modela v numerični model končnih elementov je bil uporabljen hibridni sistem za generiranje numerične kode izoparametričnega prizmatičnega končnega elementa.

Model je bil uporabljen za verifikacijo nosilne strukture lahkih kolesnih oklepni vozil 6x6 in 8x8. Na realnem objektu je bila na poligonih NATA izmerjena in ovrednotena dinamika gibanja vozila in delov vozila ter deformacije in napetosti v detajlih strukture ohišja vozila. Zasledovani so bili časovni odzivi nosilne konstrukcije in podvozja vozila na različnih mestih ter deformacije nosilne strukture ohišja vozila. Za kontrolo velikosti časovnega poteka napetosti v kritičnih mestih strukture vozila je bila izvedena dinamično deformacijsko napetostna analiza z metodo končnih elementov, na osnovi katere je bila izvedena tudi korekcija kritičnega mesta strukture ohišja vozila.

V okviru področja informacijskih tehnologij in tehnične dokumentacije je bil izdelan program za analizo stanja in pretoka tehnične dokumentacije v podjetju. Program omogoča popis postopkov in celotne tehnične dokumentacije, ki je vključena v poslovnih procesih podjetja, od konstrukcije, preko proizvodnje do računovodstva in vodenja. Na osnovi popisa se samodejno pripravi relacijska podatkovna baza in oblikujejo e-dokumenti potrebni za prehod na elektronsko poslovanje. Program je vključen v informacijski sistem za vodenje malih in srednje velikih podjetij - L'MIS in omogoča hitrejšo vpeljavo elektronskega informacijskega sistema v podjetje, pri uporabi pa dodatne funkcije upravljanja. Informacijski sistem L'MIS je bil dopolnjen s PDM modulom za podporo dela razvojnih skupin. Razvoj pa je potekal tudi na vmesnikih za integracijo in izmenjavo informacij CAD programskih orodij z informacijskim sistemom.

Področje informacijske tehnologije in upravljanja s tehnično in tehnološko dokumentacijo predstavlja podporo razvoju in izdelavi zahtevnih tehnoloških sistemov, obenem pa pomembno izboljšuje pretok znanja in sodelovanje programske skupine z industrijo.

Dejavnost programske skupine se širi tudi na informatiko prometnih sistemov z razvojem programskih rešitev s področja baz podatkov cestne infrastrukture in geoinformacijskih

sistemov. Primera že razvitih rešitev sta sistem za upravljanje baze avtobusnih postajališč BUSO in sistem za sprotno spremljanje temperature vozišč cestnih odsekov pri zimskem vzdrževanju cest SDAT.

Na področju vozil so bili razviti moduli za prikaz gibanja vozil v navideznem trirazsežnem okolju, za izračun kinematike gibanja in za analizo gibanja vozila s pomočjo primerjave z njegovim digitalnim video posnetkom ter modul za sestavljanje navideznega okolja za simulacije. Našteti moduli so krmiljeni prek krmilnega modula in povezani v samostojno aplikacijo i3Drive za interaktivno simulacijo vožnje, ki je primerna za uporabo pri končnih uporabnikih. Modularna zgradba programske aplikacije omogoča fleksibilnost pri posodobitvah in prilagajanje nabora funkcij zahtevam uporabnika. Ker je celotna izvorna koda modulov rezultat lastnega razvoja, so vedno možne njene prilagoditve in posodobitve.

Aplikacija omogoča simulacijo vožnje poljubnega modela kolesnega vozila s štirimi do osmimi kolesi po poljubnem geometrijskem modelu terena. Simulacija lahko poteka interaktivno z upravljanjem s tipkovnico ali prilagojeno krmilno napravo, lahko pa parametre upravljanja pridobi iz predhodno pripravljene datoteke. Vsi pomembni parametri simulacije (vozila, terena, prikaza, pomožnih nastavitev) so uporabniško nastavljeni prek grafičnega uporabniškega vmesnika. Parametre vozila ter geometrijo vozila in terena je mogoče uvoziti iz datotek v standardnih formatih. Spremembe parametrov vozila je mogoče izvoziti v novo datoteko in jo ponovno uporabiti. Aplikacija omogoča izvoz simuliranih kinematičnih količin in vhodnih parametrov v datoteko in sprotno zapisovanje digitalnega video posnetka prikaza in uporabniku nudi pomoč v obliki uporabniškega priročnika in sprotnih nasvetov na elementih uporabniškega vmesnika. Elementi uporabniškega vmesnika in vsi formati vhodnih in izhodnih datotek so dokumentirani v sistemu pomoči.

Za potrebe eksperimentalne verifikacije simulacij in pridobivanja vhodnih podatkov zanje je bil razvit merilni sistem za merjenje parametrov dinamike vožnje, ki je sestavljen iz zaznaval in sistema za zajemanje podatkov. Izdelana je programska oprema, ki na podlagi rezultatov meritev vozne ploskve generira njen model v formatih, ki so neposredno primerni za uporabo v programih za dinamične analize. Na ta način so z modelom vozila in vozne ploskve mogoče natančne simulacije vozne dinamike in s tem analiza obnašanja vozil na terenu. Kot ločen sistem je iz komponent opisanega merilnega sistema razvit in izdelan tudi sistem za snemanje terena, ki hkrati zajema digitalno sliko in geometrijske parametre trajektorije vožnje.

Programska skupina je bila vključena v razvoj jeklene varnostne ograje, katerega cilj je ublažitev poškodb udeležencev v prometnih nezgodah. Za zahtevne MKE simulacije so bili pripravljeni podrobni geometrijski in numerični modeli različnih tipov vozil na osnovi specializiranih baz podatkov. Pri simulaciji trkov v varnostno ograjo so se pokazale nekonsistentnosti povezav med pomembnejšimi elementi vozila (podvozje z vzmetenjem, pnevmatike, pogonski agregat, karoserija, elementi pasivne varnosti), zato so bile potrebne večje modifikacije modelov vozil. Raziskava analize dinamike vožnje in upravljanja pri različnih pogojih je pokazala, da lahko realni potek trka vozila v varnostno ograjo bistveno odstopa od določen v področnih standardih, ki predpisujejo testiranje varnostnih ograj. Zasnovana je bila nova izvedba distančnikov in stebričkov varnostne ograje. Preliminarne simulacije trkov kažejo, da nov predlagan koncept varnostne ograje omogoča ugodnejšo absorpcijo kinetične energije in manjše poškodbe potnikov v vozilih pri trku.

Na področju biomehanike je bil razvit matematični model človeškega telesa z 19 telesnimi segmenti. Človeško telo je modelirano kot sistem togih teles, medsebojno povezanih z rotacijskimi in sferičnimi kinematičnimi vezmi. Relativne zasuke telesnih segmentov omejujejo pasivni momenti, ki so posledica viskoelastičnih lastnosti sklepov.

Matematična formulacija modela predstavlja sistem diferencialnih in algebrskih enačb.

Masne lastnosti telesnih segmentov preskušanca so bile ugotovljene s postopkom medicinske oslikave in geometrijske rekonstrukcije. Trirazsežni geometrijski model človeškega telesa je bil izdelan na osnovi serije zaporednih posnetkov prečnega prereza preskušanca na računalniškem tomografu. S segmentacijo tkiv in anatomskih regij so bile natančno ugotovljene geometrijske in masne lastnosti posameznih telesnih segmentov.

Geometrijski model človeškega telesa smo in ga bomo tudi v bodoče uporabili kot osnovo za razvoj podrobnih modelov posameznih anatomskih regij človeškega telesa (glava, vrat, nadlaket, podlaket, dlan, stegno, golen, stopalo, prsni koš in trebušni del z medenico).

Za pridobivanje eksperimentalnih podatkov o dinamiki človeškega telesa pri trku je bilo zasnovano in zgrajeno preskuševališče za trčne preskuse. Uspešno nadzorovanje pogojev pri trčnih preskusih je omogočilo ponovljivost meritev in pridobitev reprezentativnih eksperimentalnih podatkov za verifikacijo matematičnega modela. Primerjava med izmerjenim in simuliranim odzivom človeškega telesa je pokazala pomemben vpliv pasivnih (viskoelastičnih) lastnosti sklepov na odziv človeškega telesa potnika pri trku in s tem na možne poškodbe, predvsem v področju vratne hrbtenice. Razlika med izmerjenim in simuliranim odzivom je bila učinkovito minimizirana z identifikacijo viskoelastičnih lastnosti izbranih sklepov telesa preizkušanca.

Računalniško podprt verificiran model človeškega telesa omogoča analizo dinamičnega odziva telesa udeleženca v prometni nezgodi, napoved in analizo poškodb udeleženca na osnovi poškodbenih kriterijev ter individualizirano analizo vplivov mehanskih lastnosti človeškega telesa na dinamični odziv. Delo je pokazalo široko uporabno vrednost pri analizi prometnih nezgod, načrtovanju prometne infrastrukture in povečanju varnosti pri uporabi vozil.

Izdelana je bila programska aplikacija, ki omogoča prikaz gibanja človeškega telesa v navideznem trirazsežnem okolju. Človeško telo je predstavljeno z geometrijskimi modeli posameznih segmentov. Izdelani model sedeža v vozilu je namenjen za integracijo z modelom človeškega telesa. Možna je uporaba modelov različne kompleksnosti iz različnih virov, med drugim tudi modelov, pridobljenih na osnovi medicinskih oslikav. Uporabniški vmesnik aplikacije vsebuje elemente za opazovanje gibanja modela človeškega telesa z različnih gledišč ter nastavljanje njegovega začetnega položaja. Na podlagi rezultatov simulacije, zapisanih v datoteko (na primer potnika v vozilu pri trku v togo oviro) aplikacija prikaže gibanje človeškega telesa na zaslonu ali ga zapiše v datoteko z videoposnetkom.

Na področju kliničnih anatomskih študij smo preizkušali različne operativne fiksacije implantata v kolenski sklep, ki naj bi po uvedbi omogočale varnejšo operacijo in skrajšanje ležalnih dob. Študije na jetrih so pokazale varno pot za resekcijo dela desnih jeter pri živem dajalcu. S to tehniko mu lahko varneje in z manj možnosti krvavitve odvzamemo del desnih jeter, manjša krvavitev predstavlja manjšo potrebo po transfuziji krvi ter s tem manjšo obremenitev dajalca jetrnega tkiva.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Programska skupina svoje raziskovalne cilje doslej dosega v skladu z zastavljenim programom, pri čemer je dinamika v časovnih obdobjih nekoliko različna glede na možnosti (obseg financiranja, pedagoške obveznosti).

Od začetka izvajanja programa (2004 – 2008) je skupina objavila 39 znanstvenih člankov, 54 znanstvenih del, okoli 256 del, ki štejejo za strokovno uspešnost in izvedla vrsto konkretnih projektov za domače in tuje institucije in gospodarstvo. Bila je 39-krat citirana v znanstvenih revijah. Avtor KANIA, Ludwik: *Analysis of internal load of slewing bearings in respect of their load carrying capacity*. Czestochowa 2005, 194 str., ISBN 83-7193-291-X, je tako npr. v knjigi sistematično obdelal zgodovino in trenutno stanje v

razvoju teoretičnih podlag in metod, ki so nujno potrebne za zasnovo in analizo nosilnosti vrtljivih zvez oziroma kotalnih ležajev velikih dimenzij in pri tem posebej izpostavil metodo »Prebila in Zupana« ter dela članov skupine citiral 21-krat.

Programska skupina si je z interdisciplinarno sestavo postavila cilj, da kot prva v Slovenskem prostoru razvije teoretične podlage in raziskovalno infrastrukturo na področju analize prometnih nezgod in poškodb udeležencev v prometnih nezgodah. V ta namen razvija mehanske in matematične modele za analizo dinamike vožnje in upravljanja vozil, določanja obremenitev posameznih segmentov človeškega telesa in modeliranja terena in vozišč. V preteklem obdobju je bila skupina dokaj uspešna pri razvoju eksperimentalnih sistemov na področju tehnike in medicine ter pri postavljanju baz podatkov. Rezultati s tega področja dela so širše družbeno zanimivi in pomembni, posebej pri razvoju sistemov prometne varnosti in prometnega izvedeništva. Skupina zato sodeluje z različnimi domačimi in tujimi institucijami (Ministrstvo za promet, Ministrstvo za pravosodje, Policija, Ministrstvo za obrambo) ter gospodarskimi subjekti (zavarovalništvo, gradnja cest in cestne infrastrukture).

Na področju razvoja specialnih znaj in programske opreme pa je že dosegla nivo uporabnosti. Odmevnost objav v tem obdobju pa še ni dosegla zelenih ciljev, saj te zaradi zahtevnosti in kompleksnosti mehanskih in matematičnih modelov tudi nekoliko kasnijo. Programska skupina je v preteklosti kandidirala tudi na EU projekte, kjer je bila dvakrat tudi izbrana, vendar je zaradi neustrezne delitve finančnih sredstev od obeh projektov odstopila.

Programska skupina je v preteklem obdobju samostojno razvila računalniško vodena preizkuševališča za potrebe analize življenjske dobe kotalnih vrtljivih zvez in obremenitev udeležencev (potnikov) pri trkih. Kvalitetno pa je programsko in strojno opremila tudi merilno vozilo za potrebe analize dinamike vožnje in določanja konfiguracije vozišč.

V okviru Katedre za modeliranje v tehniki in medicini je vključenih tudi 10 razvijalcev iz slovenskih podjetij, s katerimi na skupni lokaciji sodelujejo na razvoju novih izdelkov in predvsem pri avtomatizaciji različnih proizvodnih sistemov.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Modeliranje človeškega telesa za analizo prometnih nezgod
		ANG	Human body modelling for traffic accident analysis
	Opis	SLO	Disertacija obravnava modeliranje človeškega telesa za potrebe analize prometnih nezgod. Celovit postopek modeliranja upošteva antropometrične variacije in spremenljive začetne pogoje pri trčnih preskusih, s čimer se učinkovito nevtralizira nezanesljivost uveljavljenih verifikacijskih koridorjev. Predstavljeni izsledki omogočajo modeliranje človeškega telesa ob upoštevanju različnih individualno pogojenih faktorjev, ki vplivajo na dinamiko telesa potnika v vozilu pri trku, in s tem natančnejšo analizo obremenitev in možnih poškodb udeležencev v prometnih nezgodah.
		ANG	The dissertation discusses human body modelling for traffic accident analysis. The individualized modelling procedure considers anthropometric variations and collision initial conditions, thus efficiently neutralizing the unreliability of widely used validation corridors. Moreover, the modelling procedure enables better prediction of occupant motion during vehicle collision and thus more precise estimation of possible injuries in real-life traffic accidents.
	Objavljeno v		Veh. Syst. Dyn., 2007, letn. 45, št. 10, str. 969-980
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

	COBISS.SI-ID	10252315
2.	Naslov	SLO Biomehanski podatki
		ANG Biomechanical data
	Opis	SLO Poglavlje v knjigi podrobno obravnava metode za pridobivanje biomehanskih podatkov, ki se uporabljajo pri analizi prometnih nezgod. Predstavljeni so principi modeliranja človeškega telesa, njihove značilnosti in programske implementacije. Modeli na osnovi dinamike sistemov teles so razmeroma robustni in numerično učinkoviti. Modeli na osnovi metode končnih elementov pa omogočajo lokalno analizo obremenitev v posameznih tkivih telesa. Za določitev geometrijskih in masnih lastnosti telesnih segmentov je predstavljena metoda medicinske oslikave in geometrijske rekonstrukcije.
		ANG The book chapter thoroughly discusses methods for obtaining some biomechanical data needed in traffic accident analysis. Principles of human body modelling are introduced, together with their main features and software implementations. Models based on multibody system dynamics appear to be robust in numerically effective. FEM models enable localized stress-strain analysis in human body tissues. Among the methods of body segment properties estimation, the method of medical imaging and geometric reconstruction is presented in detail.
	Objavljeno v	Vieweg Verlag, cop. 2007, str. 803-820
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
	COBISS.SI-ID	10177051
3.	Naslov	SLO Primerjava štirih tehnik pričvrstitve kolagenskega nosilca hrustančnih celic na kadavrskih človeških kolenskih sklepih
		ANG Comparison of four techniques for the fixation of a collagen scaffold in the human cadaveric knee
	Opis	SLO Prispevek obravnava primerjavo štirih kirurških tehnik pričvrstitve kolagenskega nosilca hrustančnih celic pri zdravljenju hrustančnih lezij v kolenskem sklepu. Raziskava je potekala na kadavrskih človeških kolenskih sklepih, ki predstavljajo najboljši približek realnim razmeram v kolenu živega človeka. Po zaključeni operaciji je bilo izvedeno pasivno razgibavanje na električni opornici. Opisana je izvirna metoda testiranja vzdržljivosti kolagenskega nosilca pri različnih pričvrstitvenih tehnikah v zgodnjem pooperativnem obdobju.
		ANG In the presented study four fixation techniques for a collagen fleece used as autologous chondrocyte scaffold were compared in the cadaveric knee joints. After each simulated surgical procedure the knee joints were exposed to the continuous passive motion with and without loading, thus simulating also early postoperative rehabilitation. To our knowledge, this is the first study that directly compared different operative fixation techniques together with the simulation of the postoperative passive motion within the same model.
	Objavljeno v	Osteoarthr. cartil., 2006, letn. 14, str. 337-344
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	21049305
4.	Naslov	SLO Karakterizacija pljučne embolije ex vivo z magnetno resonančnim slikanjem in ultrazvočno preiskavo
		ANG Characterization of pulmonary emboli ex vivo by magnetic resonance imaging and ultrasound
	Opis	SLO Magnetna resonanca in transezofagealni ultrazvok sta metodi izbora detekcije in prepoznavne lastnosti trombov pri pljučni emboliji. Rezultate obeh slikovnih tehnik smo primerjali z rezultati imunohistokemičnih barvanj predvsem v zvezi s sestavo krvnih strdkov. Obe slikovni tehniki sta se izkazali kot pomembni pri določanju sestave trombov pri pljučni emboliji, kar je pomembno predvsem pri trombolitičnem zdravljenju. Prispevek je prinesel nova spoznanja o uporabi metod medicinske oslikave in geometrijske rekonstrukcije ter diagnosticiranja poškodb in drugih sprememb v tkivih.
		Magnetic resonance imaging MRI and transesophageal ultrasound (US) were the methods chosen for detection and characterization of central pulmonary emboli. The results of both imaging methods were compared with immunohistochemical analysis. MRI showed corresponding results to the red

		ANG	cell-rich regions, while US provided other clot details. MRI and US imaging techniques were proven to be effective in characterization of pulmonary emboli, thus enabling proper treatment. The study established new information about medical imaging methods and diagnostics of pathological tissue changes and injuries.
	Objavljeno v		Thromb. res.. [Print ed.], 2007, vol. 120, issue 5, str. 763-771
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		20631591
5.	Naslov	SLO	Verifikacija numerične določitve velikih kotalnih ležajev z utrjeno tečino
		ANG	Verification of numerical determination of carrying capacity of large rolling bearings with hardened raceway
	Opis	SLO	V prispevku je obravnavano numerično določanje malociklične življenjske dobe kotalnega stika vrtljivih kotalnih zvez z utrjeno tečino in tudi postopek eksperimentalne verifikacije numeričnega materialnega modela na računalniško vodenem preizkuševališču. Za numerično analizo dejanske nosilnosti kotalnega stika je razvit elasto-plastični konstitutivni model, ki z mehaniko poškodbe materiala povezuje izotropno in kinematično utrjevanje oziroma mehčanje in tako omogoča zasledovanje elastičnega raztezka, prirastek plastičnega raztezka in spremembo napetosti, ki so posledica števila obremenitev.
		ANG	The paper presents numerical analysis of the actual carrying capacity of the rolling contact in single-row ball bearings and the verification of a numerical material model in a computerised test stand. For the purpose of the numerical analysis of the actual carrying capacity of rolling contacts in large rolling bearings with surface-hardened raceways, an elasto-plastic constitutive model was developed which links the mechanics of material damage with the isotropic and kinematic hardening/softening. It allows us to monitor the plastic strain increase, stress changes and material damage growth.
	Objavljeno v		Int. j. fatigue. [Print ed.], 2007, letn. 29, št. 9/11, str. 1913-1919
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		10120475

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Uporaba sodobnih programskih orodij pri analizi poškodb udeležencev v prometnih nezgodah
		ANG	The use of state-of-the-art software tools for injury estimation in traffic accident analysis
	Opis	SLO	V prispevku je bila predstavljena računalniško podprta analiza prometnih nezgod, skupaj z obstoječimi matematičnimi modeli človeškega telesa, namenjenimi za analizo poškodb udeležencev v prometnih nezgodah. Prispevek je poudaril prometno nezgodo kot kompleksen pojav, v katerem je telo oudeleženca izpostavljeno sunkovitim obremenitvam, ki lahko povzročijo na stanek poškodb in zahteva znan potek pospeškov in sil. Prikazana je bila uporaba poškodbenih kriterijev pri analizi prometnih nezgod ter pomembnejši vidiki modeliranja človeškega telesa, ki lahko vplivajo na vrednotenje poškodb.
		ANG	The study presents computer-aided traffic accident analysis, together with widely adopted human body models and software tools for injury estimation. It was emphasized that a traffic accident is a complex phenomenon, where occupant's body is exposed to severe impact loads which can cause injuries. To estimate the possibility and the severity of the injuries, the occupant's dynamic response has to be known. The use of injury criteria in traffic accident analysis is demonstrated, while some aspects in human body modelling are considered that can significantly affect the injury estimation.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		SMRKOLJ, Vladimir (ur.). Posvet o nezgodnem zavarovanju, Cankarjev dom, Ljubljana, 16. maj 2006. Končni program in zbornik izvlečkov. 2006, str. 65-

		80
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	9274907
2.	Naslov	<i>SLO</i> Izdelava sistema za določitev in simulacijo cestnih dejavnikov, ki pogojujejo nastanek prometnih nesreč : končno poročilo
		<i>ANG</i> Izdelava sistema za določitev in simulacijo cestnih dejavnikov, ki pogojujejo nastanek prometnih nesreč : končno poročilo
	Opis	<i>SLO</i> Razvita programska aplikacija i3Drive je namenjena interaktivni simulaciji dinamike vožnje vozil po terenu. Prek grafičnega uporabniškega vmesnika povezuje model vozila z do štirimi osmi in geometrijski model vozne ploskve. Model vozila je upravljan s pomočjo krmilne naprave. V primerjavi s trenutno dostopnimi aplikacijami je i3Drive zaradi interaktivnosti in fleksibilnosti edinstveno orodje za simulacijo vožnje. Omogoča temeljito analizo dinamike vožnje in vrednotenje vozil, kjer je zahtevano določanje lege vozil, analiza vidnosti, raziskava terena ali usposabljanje upravljalcev vozil.
		<i>ANG</i> The developed software application i3Drive is used for interactive simulation of vehicle driving dynamics on a terrain. It connects the vehicle model with up to four axles and geometrical model of driving surface through graphical user interface. The vehicle model is controlled by control device. Compared to currently accessible applications i3Drive is, due to its interactivity and flexibility, a unique tool for driving simulation. It enables thorough analysis of driving dynamics, where determining of vehicle positions, visibility analysis, terrain exploration or operator training is required.
	Šifra	F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
	Objavljeno v	Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Center za modeliranje elementov in konstrukcij, 2007. 17 str., ilustr.
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
	COBISS.SI-ID	10008603
3.	Naslov	<i>SLO</i> Analiza trkov v varnostne ograje : zaključno poročilo
		<i>ANG</i> Analiza trkov v varnostne ograje : zaključno poročilo
	Opis	<i>SLO</i> V okviru študije je bila razvita nova oblika jeklene varnostne ograje. Analiza je bila izvedena v programskem okolju ANSYS, v skladu z zahtevami standarda SIST EN 1317. Kot bistveni dejavniki, ki vplivajo na kvaliteto zadrževanja vozil, so bili identificirani predvsem oblika stebrička, deformabilnost distančnika in deformabilnost vodila, ki povzroča zatikanje koles ob stebriček in posledično večje pojemke. Prednost predlagane konstrukcije se odraža v boljšem zadrževanju tovornih in osebnih vozil, manjših obremenitvah potnikov v vozilu pri trku in boljši zaščiti voznikov motornih koles.
		<i>ANG</i> In the study, a new design of a steel safety barrier was developed. The analysis was performed in the ANSYS software environment according to the SIST EN 1317 standard. The most important design features, influencing the barrier performance, were shown to be the shape of the post, the flexibility of the blockout and the flexibility of the structure connector, which can cause wheel snagging. The improvement demonstrates better absorption of the vehicle kinetic energy, decreased loads of the vehicle passengers and better protection of the motorcycle riders.
	Šifra	F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka
	Objavljeno v	Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Center za modeliranje elementov in konstrukcij, 2007. 89 str., 59 str. pril., ilustr.
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
	COBISS.SI-ID	10177307
4.	Naslov	<i>SLO</i> Kontejnersko orodje za vulkanizacijo pnevmatskih vzmeti
		<i>ANG</i> Kontejnersko orodje za vulkanizacijo pnevmatskih vzmeti
	Opis	<i>SLO</i> Za podjetje Goodyear EP iz Kranja je bila za nišo posebnih zračnih vzmeti postavljen nov inovativni »kontejnerski« koncept proizvodnega orodja. Ta omogoča bistveno hitrejšo menjavo oblikovnih segmentov v orodju – kontejnerju. To bistveno zmanjšuje stroške izdelave orodja (nov proizvod zahteva samo nove oblikovne segmente) in stroške zaradi zastojnih časov pri menjavi tipa vzmeti v proizvodnji. Poleg tega je bil z novo zasnovo dosežena

		tudi ~100% povečana produktivnost. Rešitev je bila na predstavitvi slovenskih inovacij in tehničnih izboljšav Hevrek 06 sprejeta med 50 najboljših.
	ANG	For Goodyear EP company (Kranj) we have developed an innovative concept of a "container" tool for commercial vehicles air springs vulcanization. It enables quicker change of shape segments in the tool container. This significantly reduces cost and time necessary for tool exchange. Besides, vulcanisation productivity is nearly doubled since the new concept allows vulcanisation of two air springs in on cycle instead of only one. The new solution was submitted to the Best Innovative Idea, Innovation, Invention, Technological or Other Solution show - Hevrek 06 and was ranged among best 50.
Šifra	F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka
Objavljeno v	Hevrek!06 : razvojna moč Slovenije : od invencij k inovacijam : [katalog prireditve]. Ljubljana: Infos, 2006, str. 34	
Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)	
COBISS.SI-ID	10267163	
5.	Naslov	SLO Postavitev modela za popis avtobusnih postajališč v mreži javnega potniškega prometa : končno poročilo
	ANG	Postavitev modela za popis avtobusnih postajališč v mreži javnega potniškega prometa : končno poročilo
	Opis	SLO Izdelan je bil informacijski sistem za urejanje stanja na področju javnega potniškega prometa. Sistem sestoji iz baznega dela, kjer se hranijo vsi podatki, in iz uporabniške aplikacije. Omogoča iskanje in delo s podatki, predvsem pa prikaz na interaktivni mapi in letalskih posnetkih. Primarna funkcija sistema je vzpostaviti enotno bazo prometnih podatkov, evidentirati postajališča in natančen potek poti med njimi na digitalni cestni infrastrukturi. Predstavlja prvi korak pri ureditvi stanja, ki bo prineslo znižanje cen, povečanje obsega in kvalitete ter s tem povečanje prometne varnosti.
	ANG	We have developed an information system for improving the state of public passenger transport (PPT). The system consists of a central relation database and a user application. It is capable of data management and visualisation on interactive maps and orthophotography. Its primary functions are to establish a unified database, to inventory bus stations and to determine exact pathways between them on a digital roadway infrastructure. The system represents the first step in regulating PPT which will in term lead to reduced prices, increased availability and quality, and increased traffic safety.
Šifra	F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz
Objavljeno v	Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2008. 24 str., ilustr.	
Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav	
COBISS.SI-ID	10461979	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Program raziskav nosilnosti in zdržljivosti strojnih elementov in sklopov se vklaplja v sodobne trende raziskav na tem področju strojništva, ki nosilnost in trajanje elementov določajo s pomočjo realnega obremenitvenega stanja, nelinearnega deformacijsko-napetostnega odziva in poškodbene mehanike kontinuuma. Spoznanja in rezultati teh raziskav dopolnjujejo spoznanja s sorodnih področij obratovalne trdnosti, lomne mehanike in tribologije. Pričakovani je nadaljnji razvoj znanja na področju:

- modeliranja obnašanja materiala (jeklo), ki je izpostavljen obremenitvam in podvržen nastanku in rasti poškodbe v malocikličnem območju in pri impulznem obremenjevanju,
- metod eksperimentalne in numerične določitve malocikličnih parametrov jekel,
- eksperimentalnih metod zaznavanja začetka in rasti poškodbe v materialu ter diagnostike poškodb v velikih kotalnih ležajih in
- izdelave izboljšane kode končnega elementa in njegova vgradnja v komercialni MKE program, ki omogoča preračun na globalnem nivoju konstrukcije.

Matematični modeli, ki opisujejo gibanje vozil in potnikov in so izpeljani na osnovi različnih mehanskih modelov sistemov teles ter omogočajo hkratno analizo dinamike vožnje in upravljanja vozil v trirazsežnem prostoru, predstavljajo izvirno in uspešno rešitev na tem področju. Pričakovani je nadaljnji razvoj znanja na področju:

- a. razvoja programskih rešitev za interaktivno simulacijo in prikaz gibanja mehanskih sistemov v realnem času,
- b. analize stabilnosti rešitev nelinearnih diferencialnih enačb,
- c. razvoja tridimenzionalnega matematičnega modeliranja dinamike sistema teles.

Pričakovani je razvoj znanja v biomehaniki in medicini, in sicer na področju:

- a. postopkov razvoja in verifikacije pri modeliranju človeškega telesa, ob upoštevanju individualnih značilnosti človeškega telesa (telesne konstitucije, starosti, spola).
- b. priprave preskušancev pri ugotavljanju mehanskih in materialnih lastnosti anatomskih struktur ter dinamičnega odziva človeškega telesa v pogojih trka.
- c. karakterizacije tkiv, poškodbenih mehanizmov in kritičnih mehanskih obremenitev.

ANG

The proposed research programme focusing on the carrying capacity and durability of machine elements and assemblies integrates well into the recent research trends in this field of mechanical engineering, according to which the carrying capacity and duration of elements are determined through real load conditions, non-linear deformation-strain response and continuum damage mechanics. The finds and the results arising from the research supplement the findings obtained in similar fields of operational strength, fracture mechanics and tribology. Future research is expected to focus on:

- a. modelling the performance of material (steel) which is exposed to loads and subjected to initiation and propagation of damage in the low-cycle domain and at impulse loads,
- b. methods for experimental and numerical determination of low-cycle parameters of steel,
- c. experimental methods for detecting the initiation and propagation of material damage and damage diagnostics in large rolling bearings, and
- d. generation of an improved finite element code and its integration into the commercial FEM analysis program that permits calculations at the global structure level.

Mathematical models used to describe vehicle motion and passenger motion are derived on the basis of various mechanical models of multi body systems and as such provide a means for concurrent vehicle drive and ride dynamics analyses. Expected further development of knowledge includes:

- a. development of programme solutions for interactive simulation and the display of mechanical systems motion in real time,
- b. stability analyses of nonlinear differential equation solutions,
- c. development of 3D mathematical modelling of multibody system dynamics.

Furthermore, progress is expected in biomechanics and medicine, in particular with regard to the following:

- a. development and verification processes in human body modelling in consideration of individual human body features (build, age, sex),
- b. preparation of test items in determining the mechanical and material characteristics of anatomic structures and in determining dynamic responses of human bodies in crash conditions,
- c. characterization of tissue, damage mechanisms and critical mechanical loads.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

A) Za trajnostni družbeno-ekonomski in kulturni razvoj:

- a. hitrejša in natančnejša obravnavanje škodnih primerov pri prometnih nezgodah na sodiščih v RS,
- b. dopolnjevanja sistema avtomobilskega in nezgodnega zavarovanja v RS,
- c. vzpostavitev baz podatkov in geoinformacijskih sistemov za izboljšanje prometne varnosti,
- d. izdelavo predpisov o varstvu pri delu, prometnih predpisov, itn.

B) Za tehnološki razvoj - rezultate raziskovalnega programa bo mogoče uporabiti v:

- a. prometu (simulacije poteka prometa, določanje kritičnih cestnih odsekov, itn),
- b. pravosodju (kvalitetna izvedenska mnenja na področju tehnike in medicine),
- c. zavarovalništvu (preverjanje verodostojni prijav škode na vozilih in potnikih),
- d. nizkih gradnjah (kontrola usklajenosti projekta in izvedbe vozišča, dinamika vožnje na posameznih odsekih, ustreznost signalizacije na voziščih v RS, itn),
- e. športu (obremenitve pri ekstremnih športih),
- f. medicini (simulacije obremenitev pri različnih vrstah poškodb),
- g. vojski (izbira in koncipiranje ustreznih terenskih vozil za obstoječo infrastrukturo, simulatorji vožnje, analiza obremenitev posadk, vozil in oborožitvenih sistemov pri bojnem delovanju itn.)

in
h. strojegradnji (izpopolnjene metode vrednotenja elementov in struktur, razvoj vozil in mobilne tehnike, razvoj novih preizkuševališč in metod testiranja ter nadzora, itn.).

ANG

A) For sustainable socio-economic and cultural development:
a. faster and more accurate handling of claims arising from road accidents at the courts of the Republic of Slovenia (RS),
b. supplementation of the accident and motor vehicle insurance in the RS,
c. establishing databases and GIS to improve road safety,
d. preparation of regulations governing safety at work, traffic regulations, etc.
B) For technological development – the results of research programme can be used in:
a. traffic (traffic flow simulation, identification of critical road sections, etc.),
b. administration of justice (top-quality expert opinions in engineering sciences and medicine),
c. insurance industry (verification of the eligibility of claims for loss on vehicles and vehicle users),
d. civil engineering works (control of project compliance with the actual roadway, ride dynamics in individual sections, roadway signalisation, etc.),
e. sports (body loading in extreme sports),
f. medicine (load simulations in various types of injuries),
g. army (selection and design of terrain vehicles for the existing infrastructure, driving simulators, analyses of crew, vehicle and weapon load in combat operations, etc.) and
h. mechanical engineering (advanced methods for structure and element evaluation, development of vehicles and mobile technology, new test stands and testing and control methods, etc.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji		
- doktorati	6	2
- specializacije		
Skupaj:	6	2

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		
- gospodarstvo	1		
- javna uprava			
- drugo	2		
Skupaj:	6	0	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
NETTER, Frank H., HANSEN, John T. (ur.). Atlas anatomije človeka. 1. slovenska izd. Beograd: Data status, [2005].	Urednik 1. slovenske izdaje; knjiga v celoti

1.	[18],542,[6],26 str., ilustr. ISBN 86-7478-010-5. [COBISS.SI-ID 8154164]	
2.	GLIGORIJEVIĆ, Slobodan (ur.), PAVER-ERŽEN, Vesna (ur.), RAVNIK, Dean (ur.). Neural blockades on cadavers : lecture book. Ljubljana: Clinical Department of Anaesthesiology and Intensive Therapy, University Medical Centre: Institute of Anatomy, Medical Faculty, 2006. 1 zv. (loč. pag.), ilustr. ISBN 961-6264-83-4. ISBN 978-961-6264-83-9. [COBISS.SI-ID 229241856]	20 urejenih prispevkov
3.	GLIGORIJEVIĆ, Slobodan (ur.), PAVER-ERŽEN, Vesna (ur.), RAVNIK, Dean (ur.). Anatomy for regional anaesthesia : lecture book. Ljubljana: Clinical Department of Anaesthesiology and Intensive Therapy, University Medical Centre: Institute of Anatomy, Medical Faculty, 2007. ISBN 978-961-6264-93-8. [COBISS.SI-ID 235321088]	19 urejenih prispevkov
4.	Anatomski atlas. 1. natis. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2004. 200 str., ilustr. ISBN 86-365-0540-2. [COBISS.SI-ID 214441472]	Urednik prve slovenske izdaje; knjiga v celoti
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	5
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	2
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	5
Skupaj:	12

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

SLO-Hrvaška; »Vpliv malocikličnega utrujanja materiala na nosilnost zobnikov z veliko stopnjo profilnega prekritja« (prof.dr.I.Prebil; 01.01.2006 - 31.12.2007; BI-HR/06-07-009)

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

»Pomoč pri izobraževanju, svetovanju in izvedbi in vodenju projektov«, SMM d.o.o. – dogovor, 5/105-03
 »Raziskava voznodinamičnih lastnosti pilotnega cestnega odseka«, RS Ministrstvo za promet, Direkcija za ceste, DRSC št. 2415-03-000966, ,
 »Razvoj terenskega vozila - statična in dinamična analiza ojačitve ohišja VALUK 6x6«;
 Sistemska tehnika d.o.o.; pog. št.5/76-04, aneks
 »Izdelava sistema za določitev in simulacijo cestnih dejavnikov, ki pogojujejo nastanek prometnih nesreč«; RS Ministrstvo za promet, direkcija RS za ceste, pog. št. 2415-05-1290/0

»Razvoj jeklene varnostne ograje, skladne s standardi SIST EN 1317-1,2,5«; DARS d.d.; pog. št. 1183-06
»Analiza kritičnega detajla zaganjalnika«; Iskra avtoelektrika d.d., nar.št. 150000-7715. KUNC, Robert, ZUPAN, Samo, DURAKOVIĆ, Emin, PREBIL, Ivan. Analiza dinamike vklopa zaganjalnika : jan. 2006. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Center za modeliranje elementov in konstrukcij, 2006. 28 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 8788507]
»Pridobivanje temperaturnih podatkov površine vozišč z vozilom v gibanju«; RS Ministrstvo za promet, direkcija RS za ceste, pog. št. 2415-06-001285/0
»Razvoj kontejnerskega orodja za vulkanizacijo zračnih vzmeti komercialnih vozil«, Goodyear EP Europe, Kranj, naročilo

Konceptualna zasnova stroja in prilagoditev orodja za vulkanizacijo Bellows vzmeti, Goodyear EP Europe, Kranj, naročilo
»Izvedba preizkušanj vozil PBV-k 8x8«; RS Ministrstvo za obrambo, pog. št. 4300-313/2006-1. AMBROŽ, Miha, DURAKOVIĆ, Emin, ŠUŠTERŠIČ, Gašper, ŽVOKEJ, Matej, KUNC, Robert, ZUPAN, Samo, PREBIL, Ivan. Preverjanje vozniških karakteristik lahkih oklepniških vozil PBV-k_8x8 po NATO AVTP protokolih : poročilo o meritvah - skupno : ver. 1.0.Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Center za modeliranje elementov in konstrukcij, 2006. 78 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 9467163]
»Nadomestilo za izvedbo del« Skupina Viator & Vektor, FS 5/09-06, - dolg. pogodba,
»Pridobivanje temperaturnih podatkov površine vozišč z vozilom v gibanju«, RS Ministrstvo za promet, Direkcija za ceste, DRSC št. 2415-06-001285/0; FS št.04-2/4-5/06,
»Zasnova sistema za izvajanje in kontrolo javnega potniškega prometa v SLO«, RS Ministrstvo za promet, Direkcija za ceste, 5/15-07,
»Postavitev modela za popis avtobusnih postajališč«, RS Ministrstvo za promet, Direkcija za ceste, DRSC št. 2415-07-001486/0; FS 5/82-07,
»Razvoj terenskega vozila 8x8«, Sistemska tehnika d.o.o, FS št. 5/24-07

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.)

Ivan Prebil:

- član predsedstva Evropskega združenja za raziskavo in analizo prometnih nezgod (EVU).
- predsednik Združenja sodnih izvedencev za raziskavo prometnih nezgod Republike Slovenije.
- član Strokovnega sveta za varnost v cestnem prometu RS.
- predsednik Tehničnega komiteja za Tehnično dokumentacijo pri Uradu za standardizacijo in meroslovje Republike Slovenije.
- član Zveze strojnih inženirjev Slovenije (ZSIS).
- član Društva za motorje in vozila Slovenije (SDMV)
- član upravnega odbora Viator-Vektor, d.d.
- član monitoring komisije FEANI (European Federation of National Engineering Associations) za RS.
- član IIAV (Institute of Acoustics and Vibration).
- član FISITA (International Federation of Automotive Engineering Societies).

Jože Balažic:

- član upravnega odbora Združenja za patologijo in sodno medicino.
- član Slovenskega zdravniškega društva.
- član Slovenskega genetskega društva.
- član Nemškega združenja za pravno medicino.
- član European Society of Legal et social Medicine.
- tožilec Zdravniške zbornice Slovenije.
- član Društva univerzitetnih profesorjev.
- podpredsednik Združenja izvedencev medicinske stroke.

Samo Zupan:

- predsednik Društva strojnih inženirjev in tehnikov Lesce.
- član Zveze strojnih inženirjev Slovenije (ZSIS).
- član sveta Triglavskega narodnega parka.

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)¹³

Naslov	Računalniška simulacija obremenitev potnikov v vozilih pri majhnih trkih
Opis	Za analizo poškodb potnikov pri majhnih trkih moramo natančno poznati časovni potek obremenitev na ključnih delih njihovega telesa. Meritev obremenitev na ljudeh ni možna, zato časovni potek obremenitev iščemo s pomočjo simulacije z računalniško podprtim matematičnim modelom človeškega telesa, ki za svoje pravilno delovanje potrebuje natančne vhodne podatke o gibanju vozila med trkom in o karakteristikah teles udeležencev. V prispevku so prikazani načini izdelave simulacij in pridobivanja karakteristik človeškega telesa ter poudarjena pomebnost kakovostnih podatkov za izdelavo simulacije.
Objavljeno v	V: X. seminar s področja avtomobilskega zavarovanja, 22. in 23. april 2004, Maribor. Ljubljana: Slovensko zavarovalno združenje, 2004, str. 59-69
COBISS.SI-ID	7247131

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

Naslov	Razvoj matematičnega modela lutk za trke : ko zacvilijo gume in trešči pločevina
Opis	V prispevku je obravnavano izvedeništvo na področju analize prometnih nezgod. Dogajanje v fazi pred, med in po prometni nezgodi je kompleksen dinamičen fizikalni pojav, v katerem sodelujejo vozila in osebe. Modeliranje takšnih pojavov za potrebe analiz in simulacij dogodkov je zahtevna naloga, ki se eksperimentalno preverja s pomočjo lutk. Modeliranje obnašanja lutk in primerjave z realnimi dogodki pa kažejo, da mehanske lutke niso najboljši približek za biološka telesa. Stanje znanja in simulacijske tehnologije že omogočajo korak dlje k izvajanju simulacij z biomehanskimi modeli teles.
Objavljeno v	Delo (Ljubl.), 8. jun. 2006, letn. 48, št. 130, str. 23, ilustr.
COBISS.SI-ID	10462235

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

1.	Naslov predmeta	Tehnična dokumentacija
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Fakulteta za strojništvo
2.	Naslov predmeta	Mobilni stroji in vozila, Finomehanika
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Fakulteta za strojništvo
3.	Naslov predmeta	Mehanizmi
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski, podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Fakulteta za strojništvo

4.	Naslov predmeta	Sodna medicina z medicinsko deontologijo, Sodna medicina
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Medicinska fakulteta
5.	Naslov predmeta	Anatomija
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Medicinska fakulteta
6.	Naslov predmeta	Funkcionalna anatomija
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Fakulteta za šport
7.	Naslov predmeta	Medicinska deontologija s filozofijo
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL, Medicinska fakulteta

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☒	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☒	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☒	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☒	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☒	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☒	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☒	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☒	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☒	☐	

G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☒	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☒	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☒	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☒	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☒	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☒	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☒	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☐	☒	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☒	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☒	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar¹⁵

--

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Ivan Prebil	in/ali	Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
		Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/828

¹ 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](#)

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

³ 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](#)

⁴ 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), 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](#)

⁵ 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](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

¹⁰ 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](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejte konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² 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](#)

¹³ 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), kratek 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](#)

¹⁴ 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), kratek 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](#)

¹⁵ 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