

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/607

## 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>	P2-0076
<b>Naslov programa</b>	Avtomatika, robotika in biokibernetika
<b>Vodja programa</b>	8948      Jadran Lenarčič
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	81.600
<b>Cenovni razred</b>	D
<b>Trajanje programa</b>	01.2004    -    12.2008
<b>Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)</b>	106      Institut "Jožef Stefan"

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

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

Raziskovalno in raziskovalno-razvojno delo skupine je zelo kvalitetno. Število kvalitetnih objav se je od leta 2004 povečalo za 250%. Sodelavci programske skupine so za svoje delo dobili tudi Puhovo priznanje za leto 2007. Kvaliteto skupine pa potrjuje tudi povečano sodelovanje v mednarodnem prostoru. Skupina je realizirala vse cilje, ki so bili predvideni v planu dela za obdobje 2004-2007.

Glavni raziskovalni dosežki v tem obdobju so:

- - nove metode vodenja kinematično redundantnih sistemov (izogibanja oviram, kombinirano vodenje, navidezni mehanizem, koordinacije gibanja glave, roke in oči pri humanoidnih robotih)
- - nove metode sinteze robotskih trajektorij (nelinearni oscilatorji, parametrična interpolacija gibov, prehajanje periodičnih gibov v aperiodične)
- - nova spoznanja na področju avtonomnih termoregulacijskih odzivov človeka
- - razvoj protokolov za ovrednotenje zaščitne opreme.
- - nova spoznanja pri preprečevanju zmrzlinjskih in nezmrzlinjskih okvar
- - razvoj indeksa dekompresijskega stresa na podlagi mehurčkov v solznem filmu
- - nova spoznanja in protokoli pri višinski aklimatizaciji

Pomembni razvojni dosežki v obdobju 2004-2007 so:

- - avtomatizacije proizvodnih procesov (Avtomatizirana proizvodnja čaja, več robotiziranih celic v proizvodnji obutve)
- - razvoj novih manikinov za testiranje zaščitne opreme (toplotni manikin, požarni manikin)
- - razvoj opreme za testiranje obutve (simulator hoje)
- - razvoj novih robotskih mehanizmov (robot smučar, robot skakalec, servisni robot)

#### *Integracija mobilnosti in manipulacije pri industrijskih in servisnih robotih*

V okviru našega dela smo integrirali mobilno platformo, robotsko roko, sistem za umetni vid, senzorje oddaljenosti ter elektronski kompas ter tako pridobili zmogljiv večnamenski servisni robot. Razvili smo nove strategije vodenja primerne za uporabo pri redundantnih mobilnih manipulacijskih sistemih in ki omogočajo izogibanje oviram v delovnem območju robota. Na področju vodenja robotskih sistemov smo dopolnili metodo obravnavanja kinematične redundance s pomočjo navideznega mehanizma in jo uporabili tudi pri problemu koordinacije gibanja glave, oči in rok pri vodenju humanoidnega robota. Razvili smo strategije za izvajanje človeku podobnega ritmičnega gibanja z robotom in določili, katere senzorske informacije so pri tem pomembne. Pri tem smo preučevali razne metode generiranja periodičnega gibanja, predvsem metode z nelinearnimi oscilatorji in metode učenja. V kombinaciji z učenjem gibanja smo jih uspešno uporabili za vodenje različnih ritmičnih nalog.

#### *Humanoidni in kognitivni roboti*

Naša raziskovanja potekajo v skladu z najnovejšimi trendi v humanoidni robotiki, po katerih je potrebno za posnemanje zmogljivosti bioloških sistemov tesno povezati mehanski in nadzorni sistem ter sistem za percepcijo. Na področju mehanike raziskujemo kinematiko človeškega ramenskega sklopa. Izvedli smo najrazličnejše meritve gibanja ramenskega sklopa in izpeljali kinematični model. Na osnovi tega načrtujemo razvoj humanoidne roke. Uporabnost raziskav se kaže tudi na področju rehabilitacije. Razvili smo program, ki ga na Inštitutu za rehabilitacijo v Ljubljani uporabljajo kot orodje za objektivizaciji vrednotenja gibalnih sposobnosti gornje ekstremitete med rehabilitacijskim postopkom pri različnih poškodbah ramena.

V sodelovanju z ATR Computational Neuroscience Laboratories iz Japonske, smo razvili nove metode za razpoznavanje objektov na humanoidnih robotih (japonski patent). Pri tem smo uporabili biološko utemeljene predstavitve, ki so osnovane na Gaborjevih filtrih, in posebej prilagojeno metodo podpornih vektorjev. Razvili smo tudi nove metode za iskanje objektov v prostoru s pomočjo humanoidnega robotskega vida. V ta namen smo uporabili biološko motivirano teorijo vizualne pozornosti in jo implementirali na distribuiranem sistemu sestavljenem iz osmih med seboj povezanih delovnih postaj. Procesiranje vizualnih informacij smo integrirali z očesnimi gibi humanoidnega robota, kar je omogočilo usmerjanje pogleda proti potencialno zanimivim objektom. Izhajajoč iz rezultatov teh raziskav smo začeli z raziskovanjem metod za pridobivanje informacij o objektih s pomočjo tesnega povezovanja humanoidnega vida in robotskih manipulacij.

V okviru integriranega evropskega projekta PACO+ delamo na področju razvoja in konstrukcije kognitivnih humanoidnih sistemov, ki so sposobni samostojno spoznavati svoje okolje in s tem pridobivati reprezentacije z vgrajeno semantiko. Humanoidni roboti so podobni ljudem, zato se lahko naučijo novih operacij s pomočjo opazovanja ljudi. Raziskali smo metode, ki omogočajo prenos človekovih gibanj na humanoidne robote z različno vendar podobno kinematiko in dinamiko. Vpeljali smo nov in originalen koncept zaprtizančnega prenosa gibanja iz človeka na humanoidnega robota, pri katerem človek preko adaptivnega krmilnika aktivno vodi humanoidnega robota. Raziskali smo tudi metode, pri katerih inštruktor vodi robota proti zaželenemu cilju naloge z verbalnimi navodili. Na osnovi teh raziskav smo začeli študirati metode, ki omogočajo robotom posploševanje naučenih gibov na nove konfiguracije zunanjega sveta. Kognitivni sistemi spadajo med tematike, ki jih je Evropska unija uvrstila med prednostne. Naše raziskave na tem področju so zato velika priložnost za sodelovanje v prihodnjih evropskih projektih.

#### *Fiziologija človeka*

V okviru novoustanovljenega laboratorija za aplikativno fiziologijo, s poudarkom na okoljsko fiziologijo in ergonomijo, smo opravili številne temeljne, aplikativne in industrijske raziskave, katerih cilj je bil proučevanje vpliva temperature, tlaka in gravitacije na fiziološke sisteme, razvoj sredstev in protokolov za zaščito pred morebitnimi negativnimi učinki teh vplivov ter razvoj opreme in protokolov za ovrednotenje zaščitne opreme.

Razvili smo družino manikinov za testiranje zaščitne opreme, in v sodelovanju z raznimi proizvajalci obutve smo testirali obutev in ocenjevali njeno udobnost. Na osnovi teh rezultatov bodo proizvajalci razvili novo boljše obutev. V okviru nadaljnjega razvoja simulatorjev smo v sodelovanju s kolegi iz Univerze Wollongong ocenili količino in vzorec znojenja na različnih delih telesa. Namen je vključiti to informacijo v kontrolni sistem manikinov, za čim boljše simulacijo znojenja pri človeku. V tem sklopu smo izvedli tudi testiranje zimske in letne zaščitne opreme za slovensko vojsko na terenu in v klimatski komori. Razvili smo tudi strategijo za sistematični razvoj zaščitne opreme predvsem za zaščito bojevnika v ekstremnih okoljskih razmerah. V tej zvezi smo raziskovali tudi preprečevanje zmrzlinjskih in nezmrzlinjskih okvar. S kolegi iz Univerze Brock v Kanadi smo proučevali različne protokole, ki bi lahko povečali odziv z mrazom izzvano vazodilatacijo, in tako pripomoglo pri preprečevanju poškodb zaradi mraza.

S podporo Olimpijskega komiteja Slovenije smo razvili simulator višinskih razmer v Nordijskem Olimpijskem Centru v Planici. Vzporedno z razvojem tehnologije za vzdrževanje višinskih razmer, smo opravili obsežno raziskavo, cilj katere je bil ovrednotiti različne protokole za višinsko aklimatizacijo namenjene vrhunskim športnikom in pripadnikov Slovenske vojske. Projekt je tudi začetek formalnega sodelovanja med našim odsekom in industrijskim partnerjem iz Nizozemske, B-cat, ki sedaj trži hipoksične sisteme. Podoben sistem je sedaj inštaliran v hotelu Rogla Terme.

Pomembne rezultate smo dosegli na področju avtonomnih termoregulacijskih odzivov človeka, kamor smo vključili tudi proučevanje vpliva netermalnih faktorjev na vedenjsko termoregulacijo, vključno z vplivom na kutano termosenzitivnost in občutek toplotnega (ne) udobja. Tako smo z raziskavami na ljudeh dokazali, da hipoksija poveča prag za zaznavo toplotnih dražljajev na koži in s tem neposredno vpliva na vedenjsko termoregulacijo, oziroma na preživetje v ekstremnih razmerah (mrzlem visokogorskem okolju).

Raziskave na področju baromedicine so bile usmerjene v razvoj indeksa dekompresijskega stresa na podlagi mehurčkov v solznem filmu (v sodelovanju z Očesno kliniko, UKC Ljubljana), in na zdravljenje zmrzlin s hiperbarično oksigenacijo. Za potrebe potapljaške enote Slovenske vojske raziskujemo tudi vpliv dehidracije na etiologijo venskih plinskih embolij.

Leta 2001 ustanovljen raziskovalni program v Ortopedski bolnišnici Valdoltra, o učinku simulirane breztežnosti na različne fiziološke sisteme, se nadaljuje. Cilji sedanjih raziskav niso vezani samo na poučevanju in preprečevanju negativnih učinkov breztežnosti na astronautih, ampak tudi k razumevanju procesov osteoporozе in mišične atrofije pri starostnikih (raziskave financirajo Švedska in Italijanska Vesoljski Agenciji, ter Ministrstvo za obrambo RS).

#### *Razvoj novih biomedicinskih naprav in metod v medicini in športu*

V okviru programske skupine razvijamo in izdelujemo električne funkcionalne in terapevtske stimulatorje, ki jih uporabljajo po vsem svetu, predvsem pa v praktično vseh rehabilitacijskih centrih v Sloveniji pri elektroterapiji, lajšanju bolečin, za pospešeno celjenje ran in zdravljenju gibalno prizadetih bolnikov. Večji del raziskav smo usmerili v obravnavo bolnikov, ki imajo motnje dihanja. V okviru evropskega projekta CARED smo razvili postopke za lažje dihanje bolnikov, kar jim je izboljšalo kvaliteto življenja.

Razvili smo biorobotski model navpičnega skoka, ki vključuje biartikularno aktuacijo med kolenom in gležnjem. S pomočjo našega modela lahko dobro napovemo potek in višino skoka ter podrobno raziskujemo posamezne faze skoka. Razvili in izdelali smo humanoidni robotski mehanizem, ki je po svojih lastnostih edinstven v svetu in nam omogoča podrobnejše raziskave iz področja humanoidne robotike in izvajanja hitrih gibov kot sta tek in skok.

Razvili robotski mehanizem - smučarja, ki se je sposoben samostojno voziti po smučišču in trasi označenimi z vratci. Pri tem uporabljamo kompleksen senzorski sistem, od robotskega vida, GPS, senzorjev sile do elektronskega žiroskopa. S pomočjo razvitega dinamičnega modela in simulacije smo načrtali vodenje tega redundantnega robotskega mehanizma, ki zagotavlja stabilno smučanje pri različnih radijih zavojev, hitrostih in neravninah.

#### *Avtomatizacija, robotizacija in informatizacija proizvodnje*

Skupina je tradicionalno povezana z vrsto slovenskih podjetij pri posodabljanju proizvodnih procesov. Tako že vrsto let sodelujemo z največjo slovenskim prehrabnim podjetjem. V njihovi tovarni smo avtomatizirali, robotizirali in informatizirali proizvodnjo čajev. Poleg same avtomatizacije proizvodnega procesa, smo linijo nadgradili z informacijskim sistemom in jo popolnoma integrirali v proizvodni ter poslovno-planski informacijski sistem podjetja. S tem smo bistveno prispevali k širjenju tržnega deleža podjetja, znižanju proizvodnih stroškov, manjšemu izmetu in višji konkurenčnosti.

Drugo področje, kjer že vrsto let sodelujemo z gospodarstvom je obutvena industrija. Zelo uspešno sodelujemo s tovarno Alpina, kjer smo sodelovali na vrsti projektov pri proizvodnji in razvoju smučarskega ter tekaškega čevlja. Razvili smo robotizirano celico za nanašanje lepila na podplat čevlja, ki je zasnovana na avtomatski generaciji trajektorij na osnovi podatkov iz CAD modelov in jo instalirali v proizvodnji. Izdelali smo tudi prototipno celico za brušenje usnja, ki je potrebno pred lepljenjem podplatov. Pomemben del pa je povezan s testiranjem različnih parametrov obutve (mehanske in ergonomske lastnosti, udobje), za kar smo razvili razne naprave in postopke.

Sodelovali smo tudi v največjem evropskem projektu 5. okvirnega programa Euroshoe, katerega cilj je bil med ostalim popolnoma avtomatizirana linija za proizvodno obutve po meri. V okviru projekta smo razvili in izdelali robotizirano celico za končno obdelavo obutve. Razvili smo vodenje zasnovano na avtomatski generaciji trajektorij iz CAD modelov. Pri tem je bil največji problem zagotoviti, da robot ne bo prišel na mejo delovnega prostora ali v singularno lego in da hkrati ne pride do trka z okoljem. Problem smo rešili z uporabo metod vodenja kinematično redundantnega manipulatorja.

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

Glavni cilj je programske skupine je gojiti nova znanstvena in tehnološka znanja ter jih prenašati v prakso z razvojem in transferom doma razvitih sistemov in tehnologij v gospodarstvo, medicino in šport, kakor tudi s sodelovanjem naših raziskovalcev v dodiplomskem in podiplomskem visokošolskem sistemu ter z neposrednim izobraževanjem uporabnikov iz gospodarstva. Vse te zastavljene raziskovalne in razvojne cilje skupine za to obdobje smo realizirali v celoti. Skupina je svoje rezultate raziskovalne rezultate primerno publicirala, Število kvalitetnih objav se je od leta 2004 povečalo za 250%.

Če pogledamo raziskovalno skupino v obdobju 2004-2007, lahko ugotovimo, da se je število mladih raziskovalcev povečalo za 100% in da se je povečala vpetost v pedagoške procese. Tudi aplikativno delo se je povečalo, prav tako pa se je zelo povečalo število EU projektov. V zadnjih letih je skupina zgradila nov laboratorij za okoljsko fiziologijo in ergonomijo, ki vključuje komoro za simulacijo eksplozijskega požara in testiranje zaščitne opreme in klimatsko komoro za simulacijo ekstremnih okoljskih pogojev Razvili in izdelali smo simulator hoje in več toplotnih manikenov, ki so sposobni znojenja za testiranje obutve in obleke, ter ta znanja prenesli v gospodarstvo..

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

--

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

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Učenje naravnih gibanj na humanoidnih robotih
		<i>ANG</i> Generation of full-body movements for humanoid robots by observation
	Opis	<i>SLO</i> Tvorba in optimizacija trajektorij, ki definirajo gibanje celotnega humanoidnega robota, je zaradi kompleksne kinematike in dinamike humanoidnih robotov težavna. Naše delo temelji na podobnosti kinematične in dinamične strukture humanoidnih robotov in ljudi. Razvili smo metode, ki na osnovi človekovih demonstracij avtomatično generirajo preslikavo med kinematično strukturo človeka in humanoidnega robota. Za izračun robotskih gibanj smo uporabili optimizacijske metode primerne za reševanje problemov z velikim številom neznank. Celoten sistem smo uporabili za učenje naravno izgledajočih gibanj
		<i>ANG</i> The generation of joint trajectories for humanoid robots is not an easy task because of complexity of humanoid robots. We propose to exploit the similarity between human and humanoid robot motion. We show how to transform human motion captured by optical tracking device into a trajectory for a robot. We propose an automatic approach to relate humanoid robot kinematic parameters to the kinematic parameters of a human performer.
	Objavljeno v	UDE, Aleš, RILEY, Marcia. Programming full-body movements for humanoid robots by observation. Robot. auton. syst.. [Print ed.], 2004, vol. 47, str. 93-108. JCR IF: 0.468, SE (24/46), automation & control systems, x: 0.749, IFmax: 0.846, IFmin: 0.468
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	18277927
2.	Naslov	<i>SLO</i> Izvajanje ritmičnega gibanja z robotskim sistemom
		<i>ANG</i> Robot arm control for rhythmic tasks

	Opis	SLO	V okviru raziskovanja vodenja robotskih sistemov smo obravnavali problem vodenja robota, ki izvaja ritmično gibanje enako kot človek. To zahteva integracijo kompleksnih senzorskih sistemov in naprednih načinov vodenja. V tem znanstvenem dosežku smo kot objekt izbrali jojo. Naredili meritve, kako dela z predmetom človek in analizirali obnašanja. Predstavljamo dva pristopa k vodenju: prvi bazira na predefiniranem gibanju roke, pri drugem pa se gibanje generira sprotno v odvisnosti od stanja sistema. Teoretične rezultate smo potrdili z eksperimenti na robotu Mitsubishi PA10
		ANG	We have addressed the problem of robot control that is capable of performing rhythmic tasks in a human-like way. Robots that can perform such tasks requires complex sensory systems and advanced control strategies. As an example we have selected a yo-yo. We have analysed how a human operates these objects and then developed models. We propose two control strategies: one based on predefined hand motion patterns, and the other generates the motion on-line depending on the prevailing situation
	Objavljeno v	ŽLAJPAH, Leon. Robotic yo-yo : modelling and control strategies. Robotica, 2006, vol. 24, no. 2, str. 211-220. JCR IF: 0.483, SE (7/12), robotics, x: 0.742, IFmax: 0.483, IFmin: 0.402	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	19814439	
3.	Naslov	SLO	Kinematika človeške roke
		ANG	Kinematics of human arm
	Opis	SLO	Raziskali smo kinematiko, ki smo ga zasnovali na izboljšanem kinematičnem modelu človeške roke. Model smo sintetizirali na podlagi elektro-optičnih meritev in zajemanja gibanja zdravih oseb. Predlagali smo način reševanja redundantnosti mehanizma in izogibanje ali izkoriščanje singularnosti mehanizma. Kinematični model ramenskega kompleksa smo uporabili za ovrednotenje dosegljivega delovnega prostora roke. Predlagani model lahko uporabimo za ocenjevanje funkcionalnosti roke v rehabilitaciji in ergonomiji in nudi možnost neposredne primerjave gibanja poškodovane in normalne rame
		ANG	We investigated the kinematics of a human arm that we developed based on an enhanced model which was synthesized using motion measurements of healthy subjects. We proposed a method for solving redundancy of mechanism and avoidance or use of the singularity. The model of shoulder complex was used for the evaluation of reaching working space of the arm and for evaluation of arm functionality in rehabilitation and offers a possibility of a direct comparison of an impaired and a healthy shoulder
	Objavljeno v	KLOPČAR, Nives, TOMŠIČ, Martin, LENARČIČ, Jadran. A kinematic model of the shoulder complex to evaluate the arm-reachable workspace. J. biomech.. [Print ed.], 2007, vol. 40, no. 1, str. 86-91. JCR IF: 2.897, SE (6/44), engineering, biomedical, x: 1.899, IFmax: 11.567, IFmin: 2.346	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	20186407		
4.	Naslov	SLO	Termoregulacija pri človeku
		ANG	Temperature regulation in humans
	Opis	SLO	Do nedavnega so se pri regulaciji temperature pri človeku upoštevali samo termični dejavniki, netermični dejavniki, pa naj bi vplivali le na referenčno temperaturo. Naši poskusi so dokazali da teorija o referenčni telesni temperaturi ni primerna, kot tudi ne teorije o recipročni inhibiciji, in da netermični dejavniki, kot so dehidracija, hipoglikemija, narkoza, itd., igrajo pglavitno vlogo pri ravnovesju temperature jedra pri sesalcih. V zadnjem obdobju smo se osredotočili tudi na vedenjsko termoregulacijo, in v ta namen razvili novo napravo in metodologijo
		ANG	Until recently, regulation of body temperature was assumed to be achieved by initiating responses to maintain deep body temperature close to a reference temperature. Our research has demonstrated that set-point theory of temperature regulation and of reciprocal inhibition do not adequately represent temperature regulation because they have neglected the contribution of non-thermal factors. We developed technology and a protocol for assessing behavioural thermoregulatory function in humans

	Objavljeno v	MEKJAVIĆ, Igor B., EIKEN, Ola. A physiological systems approach to human and mammalian thermoregulation : contribution of thermal and nonthermal factors to the regulation of body temperature in humans. J Appl Physiol, 2006, vol. 100, str. 2065-2072. JCR IF: 3.178, SE (2/73), sport sciences, x: 1.162, IFmax: 3.504, IFmin: 1.601
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	19871527
5.	Naslov	<i>SLO</i> Vodenje kinematično redundantnih mehanizmov
		<i>ANG</i> Control of kinematically redundant mechanisms
	Opis	<i>SLO</i> Pri vodenja kinematično redundantnih robotov smo pojasnili razliko med algoritmi na osnovi pseudoinverza in dekompozicijo na singularne vrednosti ter rešili nestabilnost MNS algoritmov. Razvili smo algoritme za sprotno izogibanje oviram z uporabo regulatorjev sile in metodo za popolno kompenzacijo omejitev hitrosti in/ali pospeškov v sklepih robota ter tako dosegli večjo učinkovitost robotov in izboljšali delovanje pri izvajanju raznih hitrih gibanjih. Vse algoritme smo impementirali na realnih robotskih mehanizmih in izvedli vrsto eksperimentov, ki potrjujejo teoretične ugotovitve
		<i>ANG</i> We analyzed the conceptual difference between pseudo-inverse and minimal null-space based control algorithms. We proposed an efficient solution to computational instablity of MNS algorithms. We proposed a method for obstacle avoidance applying the force control or by reducing inertia in the null-space and alternative solutions for obstacle avoidance using vision system. The proposed algorithms improve the tobot performance and better responses for fast movements
	Objavljeno v	NEMEC, Bojan, ŽLAJPAH, Leon, OMRČEN, Damir. Comparison of null-space and minimal null-space control algorithms. Robotica, 2007, vol. 25, no. 5, str. 511-520. JCR IF: 0.41, SE (11/13), robotics, x: 0.715, IFmax: 0.41, IFmin: 0
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20982567	

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

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	<i>SLO</i> Robotizirana celica za nanašanje lepila-Alpina
		<i>ANG</i> Robotized cell for glue application in Alpina factory
Opis	<i>SLO</i> V tovarni Alpina smo instalirali robotizirano celico opremljeno z zmogljivim računalniškim in senzorskim sistemom. Izdelali smo tudi ekspertni sistem za določanje trajektorij, kjer se generacija trajektorij vrši avtomatsko na osnovi CAD modela. Program generira trajektorijo in jo optimizira glede na zahtevano natančnost. Tako dobljene trajektorije se po mreži prenesejo v celico, kjer robot izvede mazanje lepila na podplat. Robotizirana celica je fleksibilna in primerna za proizvodnjo v malih serijah in omogoča boljšo kakovost izdelave	
	<i>ANG</i> In shoe manufacturing company Alpina we have implemented a robotized cell for distributing the glue to the sole of a shoe. To control the cell, an advanced controller is used together with different sensors. We have developed an expert system for trajectory planning based on CAD models of shoe lasts. The trajectories are then transferred to the cell controller and used by robot to apply the glue to the shoe sole. The robotized cell is flexible and suitable for small batch production	
Šifra	F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	NEMEC, Bojan, ŽLAJPAH, Leon. Automation using robots in shoe assembly. V: CALZATECNIA : sobre Tecnología en la industria del calzado. [S. l.: s. n.], 2007, 10 str.	
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	

	COBISS.SI-ID	20981788
2.	Naslov	<i>SLO</i> Celovita avtomatizacija linije za proizvodnjo in pakiranje čajev
		<i>ANG</i> Complete automation of a tea production and packaging line
	Opis	<i>SLO</i> Za podjetje Droga-Kolinska smo avtomatizirali proizvodnjo čajev. Opravili smo raziskovalno-razvojna in aplikativna dela za določanje in posodabljanje logične, materialne in programske zgradbe nadzorno-krmilnega sistema. Linija čajev je visoko avtomatizirana in računalniško popolnoma integrirana v poslovno-planski in proizvodni informacijski sistem podjetja. Načrtana razporeditev, materialna in krmilna zgradba so omogočili bistveno nižjo ceno izvedbe pogona kot pri običajnih rešitvah z namenskimi linijami. Nižja je tudi proizvodna cena izdelka
		<i>ANG</i> For Droga-Kolinska we have automated the tea production line. We designed, rearranged and developed the structure, hardware and software of the supervisory and control system. The resulting tea production and packaging line is highly automated and completely integrated with the ERP and MES factory levels. The designed logistic, material and control structure resulted in a considerably lower plant implementation cost in comparison with usual separate production lines solution
	Šifra	F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Objavljeno v	RUŽIČ, Anton, ŽLAJPAH, Leon. Avtomatizacija nekonvencionalnih nalog in proizvodnih postopkov. Euroteh. [Tiskana izd.], 2006, letn. 5, št. 4, str. 22-25.
	Tipologija	1.04 Strokovni članek
COBISS.SI-ID	20165159	
3.	Naslov	<i>SLO</i> Toplotni manikin s simulatorjem znojenja in hoje
		<i>ANG</i> Sweating thermal foot manikin with gait simulator
	Opis	<i>SLO</i> Razvili smo stopalo s temperaturnimi senzorji in znojnicami in ga vgradili v robotski sistem, ki simulira hojo. Izvirni sistem omogoča modeliranje fizioloških odzivov za ocenjevanje stopnje udobnosti čevljev. Sistem omogoča vzdrževanje evropskih normativov za obutev, izkazal pa se je tudi pri razvoju vojaških čevljev za ekstremne pogoje. V preteklem letu smo prenesli proizvodnjo in trženje sistemov v gospodarsko družbo UCS. Za razvoj celotnega sistema in prenos znanstvenih dosežkov v industrijo, je skupina dobila Puhovo priznanje za leto 2007
		<i>ANG</i> We developed a sweating thermal foot manikin with a gait simulator. The system allows the determination of the thermal and evaporative resistance of footwear and other functional characteristics of footwear. The system supports european normatives for footwear and has been used for R&d of military footwear. The system is now manufactured under license by. For the new system and for the successful transfer of technology to industry the group received the Puh Prize for year 2007
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	MEKJAVIČ, Igor B., LENART, Borut, VRHOVEC, Bogomir, TOMŠIČ, Martin, KAKITSUBA, Naoshi, TAYLOR, Nigel A.S., OAKLEY, Howard. Static and dynamic evaluation of the biophysical properties of footwear - the Jozef Stefan Institute sweating thermal foot manikin system. V: Environmental ergonomics XI : proceedings of the 11th International Conference, 22-26 May, 2005 Ystad, Sweden. [Sweden]: Lund University, 2005, str. 290-292.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	19101735	
4.	Naslov	<i>SLO</i> Višinska aklimatizacija
		<i>ANG</i> High-altitude acclimatization
	Opis	<i>SLO</i> Izdelali smo tehnologijo za simulacijo višinskih razmer. Po končani znanstveni raziskavi o učinku višinske vadbe na človeško zmogljivost smo izdelali več sistemov za trg. Za trženje sistema za višinsko vadbo je nizozemski partner ustanovil podjetje b-Cat, s katerim nadalje sodelujemo pri razvoju novih tehnologij. Z obstoječimi sistemi, so kupci razširili svojo ponudbo, ozirima dejavnost. S temi sistemi tržijo predvsem uslugo višinske aklimatizacije med športniki in alpinisti. Razvoj sistemov za simulacijo

		višinskih razmer je bil temelj za razvoj sistemov za anoksično uničevanje škodljivcev
	ANG	We have developed a systems for simulating high altitude conditions. On the basis of our findings regarding the beneficial effect of intermittent hypoxic exposures on human performance at altitude and sea-level conditions, we have developed several systems for other customers. A collaborating Duthch company established a "spin-off" company bCat, whose sole aim is to market the system among athletes
Šifra		F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Objavljeno v		KACIN, Alan, GOLJA, Petra, EIKEN, Ola, TIPTON, Michael J., MEKJAVIĆ, Igor B.. The influence of acute and 23 days of intermittent hypoxic exposures on the exercise-induced forehead sweating response. Eur. j. appl. physiol. (Print). [Print ed.], 2007, vol. 99, str. 557-566 JCR IF: 1.752, SE (14/72), sport sciences, x: 1.197, IFmax: 4.438, IFmin: 1.636
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		20629799
5.	Naslov	SLO Sistem z anoksično uničevanje škodljivcev
	ANG	System for anoxic pest control
	Opis	SLO Za Etnografski muzej v Ljubljani smo skupaj z nizozemskim partnerjem razvili in instalirali komoro za uničevanje škodljivcev v lesenih predmetih. Do sedaj so se za zaščito starin iz lesa večinoma uporabljali pesticidi. Ker le-ti škodljivo vplivajo na človeka, je bilo potrebno poiskati alternativne načine za zaščito lesa. Razvili smo posebno komoro iz katere z agregatom odvezamemo kisik, tako da je končna koncentracija kisika pod 0.1%. Poleg tega nadzorujemo vlažnost zraka v komori in temperaturo. S to komoro lahko na ekološko neoporečen način zaščitimo eksponate naše kulturne dediščine
	ANG	In collaboration with the Duthch company, we have developed and installed a facility for pest control for Slovenian ethnographic museum. To date, different types of pesticides have been used for the prevention of pest-induced damage to museum artefacts. We have developed a special air tight chamber, in which the oxygen concentration is decreased below 0.1%. We also control the humidity in the chamber. The developed chamber enables protection of artefacts in an ecological-friendly manner
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	VRHOVEC, Bogomir. Restavriranje na naravi prijazen način. Življ. teh., 2006, letn. 57, št. 6, str. 66-70.
	Tipologija	1.05 Poljudni članek
	COBISS.SI-ID	20006439

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

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

SLO

Temeljna paradigma tega programa je povezava človek-stroj. Gre za študij človeških biofizičnih značilnosti z metodami avtomatike, robotike in biokibernetike in za uporabo teh znanj pri razvoju sodobnih proizvodnih sistemov in tehnologij ter novih biomedicinskih naprav in metod. To je možno zaradi tega, ker je skupina interdisciplinarna, saj vključuje strokovnjake avtomatike, robotike, elektronike, strojništva, fizike, matematike, biokibernetike in fiziologije, in zaradi tega, ker je programska skupina tesno povezana s sorodnimi skupinami v svetu in komplementarnimi skupinami pri nas. Ta temeljna paradigma je novost v tehniških znanostih. Tehniške znanosti so tradicionalno razdeljene v področja, kot so strojništvo, elektrotehnika itd. V zadnjem desetletju, predvsem pa s pojavom robotike, so se področja pričela povezovati, tako npr. mehatronika združuje elektroniko, strojništvo in računalništvo. Še novejša pa so prizadevanja povezati raziskave bioloških sistemov s področji tehnike. Uspešno smo združili področje robotskih sistemov in področje fiziologije človeka, in smo tako ena izmed vodilnih skupin na svetu za celostno obravnavanje termoregulacije pri človeku. Glavna prednost naše programske skupine glede na ostale v svetu je v tem, da se v svetu ta proces šele pričinja, medtem ko je naša skupina interdisciplinarno povezavo zgradila že mnogo prej. Naša novejša odkritja na področju manipulacijskih in lokomocijskih značilnosti človeka so odprla



vrsto novih raziskovalnih problemov, katerih rešitve lahko bistveno prispevajo k razvoju povsem nove generacije proizvodnih sistemov, ki vključujejo elemente humanoidnosti, ter biomedicinskih naprav rehabilitacijskih, terapevtskih in drugih postopkov v medicini in v športu. Pričakujemo, da bomo v prihodnjih letih prispevali v svetovno zakladnico znanj pomembna originalna odkritja in odprli nove raziskovalne probleme. Znano je tudi, da je ljubljanska šola električne stimulacije med pionirji področja. Zanimivo je, da navkljub večdesetletnemu razvoju električna stimulacija ni vesplošno uveljavljena. Slovenija je med najbolj naprednimi. Naši električni stimulatorji in z njimi povezane metode terapevtske in funkcionalne stimulacije postopoma prodirajo v svet.

ANG

The basic paradigm of the program is a connection between the human and the machine. It is about the study of human biophysical properties using the methods of automatics, robotics and biocybernetics and for the utilization of this knowledge with the design of modern production systems, technologies and new biomedical devices and methods. All this is possible due to the interdisciplinary nature of the research group, consisting of experts in automatics, robotics, electronics, machinery, physics, mathematics, biocybernetics and physiology. Besides, the programme group is tightly connected with the similarly oriented groups in the world and with complementary groups in Slovenia. This basic paradigm is a novelty in the technical sciences, which are traditionally divided into fields such as mechanical engineering, electrical engineering etc. In the last decade, and particularly with the spread of robotics, these fields have begun to overlap and merge. An example of this is mechatronics, which binds together electronics, mechanics and computer science. Even more recent are the efforts to connect research of biological systems with technically oriented research. We have successfully merged the fields of robotics and human physiology. By doing so, we have become one of the leading groups in the world in the field of human temperature regulation. The main advantage of our programme group over other similar groups in the world, is that this integration process has only just recently been adopted by the latter, while we have been steadily building this interdisciplinary consortium for several decades. Our recent findings in the human manipulation and locomotion research initiated a series of new research problems, the solution of which can significantly contribute to the development of a completely new generation of production systems, including human-like properties, biomedical devices and rehabilitation and therapeutical methods in medicine and sport. In the years to come, we expect to contribute a great deal of original research findings to the international scientific community and to introduce new scientifically relevant problems. It is a well-known fact that the electrical stimulation school in Ljubljana is among the pioneers of this field. It is an interesting phenomenon, that despite the many years of development, the use of functional electrical stimulation is still not widespread. However, our electrical stimulators and the methods associated with the stimulators are gradually spreading around the world.

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

SLO

Za trajnostni družbeno-ekonomski in kulturni razvoj Raziskave, ki jih izvajamo v skupini, so raziskave o človeku in za človeka, povezujejo znanje o človeku in uporabo tega znanja v različnih dejavnostih. Raziskave so namenjene gospodarskemu napredku, vendar je osrednja tema človek, gre torej predvsem za dvig življenjske ravni, ustvarjanje boljših pogojev dela in življenja, skrb za zdravo okolje, zmanjšanje polucije v najširšem smislu (materialne, mišljenjske, kulturne itd.). S tem pogledom želimo zmanjšati splošno obsedenost od neprizadete in koristoljubno usmerjene industrijske proizvodnje v tovarno prihodnosti, ki bo humana in ekološko neoporečna, ter soustvarjati tehnološki napredek, ki bo služil človeku pri ohranjanju zdravja.

Za tehnološki razvoj

Programska skupina, ki jo oblikujemo že vrsto let, je trajnejša oblika medsebojnega povezovanja in sodelovanja raziskovalno-izobraževalne sfere in gospodarstva na različnih področjih posodabljanja proizvodnje, zlasti pa na področjih avtomatizacije, robotizacije in informatizacije. To dokazuje že tradicionalno sodelovanje z gospodarstvom. Pomen obstoja takšne programske skupine (ki mora biti zaradi področja delovanja nadpovprečno velika in interdisciplinarna) vidimo predvsem v povezovanju in sodelovanju z gospodarstvom, v realizaciji vzorčnih avtomatiziranih in robotiziranih enot in postrojenj, ki so širšega pomena za Slovenijo, v prenosu sodobnih proizvodnih tehnologij in sistemov ter lastnih tehnoloških rešitev v gospodarstvo, v razvoju lastnih biomedicinskih pripomočkov (kot so električni stimulatorji) in metod. To bo prispevalo k splošnem dvigu kvalitete življenja, k humanizaciji proizvodnje, k realizaciji novih proizvodov in odpiranju novih delovnih mest ter k ekološko manj oporečni proizvodnji in dvigovanju konkurenčnosti našega gospodarstva.

Za utrjevanje nacionalne identitete in ohranjanje bogastva naravne in kulturne dediščine Slovenci so v zgodovini razvijali svojo identiteto tudi s pomembnim znanstvenim doprinosom v tehniških znanostih, predvsem v elektrotehniko, letalstvu itd. Program, ki ga predlagamo, teži k razvoju lastnih vrhunskih znanj in tehnologij in k povezovanju s svetom na osnovi enakovredne izmenjave (prevzemanje tujih rezultatov s »prodajo« lastnih doprinosov). Na ta način bomo prispevali k utrjevanju nacionalne identitete in k vključevanju Slovenije v sodobne mednarodne tokove.

ANG

For sustainable socio-economic and cultural development  
 The topic of our group's research is closely related to people. Our research merges knowledge about human beings and the applies this knowledge to different activities. The aim of our research is to further economic progress, but the main focus of the research remains Man. We strive for better working and living conditions, for increased concern for the environment, and for reduction of the pollution in the widest sense - material, mental, cultural, etc. We wish to counter the general obsession from bland and self-centred industrial manufacture. We plan to do this by helping to create a factory of the future - an ecologically-friendly and technologically advanced factory, and by creating technological advances, that will improve mankind's quality of life and health.

For technological advances  
 Over the past many years, our research team has developed a close cooperation between research and educational institutions, and industrial groups in various fields of endeavour - mainly in the fields of automation, robotics and information. Our inter-disciplinary group has an above-average number of team members because of our broad field of activities. The main goal of our team is to connect and cooperate with the industry, to implement prototype automated and robotized units, to transfer new knowledge and technology into industry, and to develop biomedical devices and methods, such as the application of electrical simulators. All this has a broader impact for our country, as it will raise the general standard of living, it will make a more society-friendly production, and create new goods and new jobs. This will lead towards more ecological production and economy that is more competitive.

For strengthening of the national identity and preserving the wealth of natural and cultural heritage  
 The contributions in science, especially in electrical engineering and aviation are a part of Slovene national identity. Our proposed programme focuses on development of our own top knowledge and technology and on economic and scientific interaction with the rest of the world on the equal basis. In this manner we will contribute to strengthening of our national identity and to incorporation of Slovenia in modern international communities.

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

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	
- doktorati	8	4
- specializacije	2	
<b>Skupaj:</b>	12	4

## 9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	7	1	1
- gospodarstvo	1		1
- javna uprava			
- drugo	1	1	
<b>Skupaj:</b>	9	2	2

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

	<b>Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)</b>	<b>Število *</b>
1.	Advances in Robot Kinematics, Springer, Dordrecht, 2006 ISBN 1-4020-4940-4 (peer review)	53
2.	Mechanism and Machine Theory (Elsevier - ISSN: 0094-114X) - Associate Editor	120
3.	European Journal of Applied Physiology	450
4.	Ergonomics (United Kingdom)	720
5.	Journal of Applied Human Science (Japan) (previously Annals of Physiological Anthropology)	200
6.	Journal of the Human-Environment System (Japan)	150
7.	Special Issue on Environment Ergonomics, European Journal of Applied Physiology	45
8.	Proceedings of the 12th International Conference on Environmental Ergonomics	164
9.	Advances in Robot Kinematics - Analysis and Design, Springer, Dordrecht, 2008 ISBN 978-1-4020-8599-4 (peer review)	48
10.	On Advances in Robot Kinematics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2004 ISBN 1-4020-2248-4 (peer review)	51
	Proceedings IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, Barcelona, Spain, 2005, ISBN: 0-7803-8915-8	1700
	Proceedings IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, Rome, Italy, 2007, ISBN: 1-4244-0602-1	1700

\*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**

<b>Sodelovanje v programski skupini</b>	<b>Število</b>
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	2
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	11
- podoktorandi iz tujine	1
- študenti, doktorandi iz tujine	7
<b>Skupaj:</b>	21

**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>**

EU Projekti: - PACO-PLUS, Perception, action and cognition through learning of object-action complexes, FP6-IP-027657 - CONFIDENCE: Ubiquitous Care System to Support Independent Living, FP7- 214986 - CARED Computer aided rehabilitation of respiratory disabilities, FP5, QLG5-CT-2002-00893
---

- EUROShoE Development of the Processes and Implementation of the Management Tools for the Extended User Oriented Shoe Enterprise, FP5, G1RD-CT-2000-00343,
- EURON, European robotics network, FP6 - 507728;
- EU Cognition: The European Network for the advancement of Artificial Cognitive Systems - FP6-CA-26408
- Towards a universal thermal climate index UTCI for assessing the thermal environment of the human being, EU COST 730,
- Hyperbaric oxygen therapy EU COST B14: 3311-05-8370012
- INTERREG IIIC operation: Innovation and New Product Development based on Inter-Regional Networks NPD-NET, 2E0036I
- BREATH (Biomedical Technology for Respiration Analysis through Optoelectronics), FP5 - BMHCT97-2363/0024
- IRC Slovenija, FP5, IRC4.67
- SLORITTS, FP5 IPS-2000-01064

Mednarodni projekti:

- Sensorimotor primitives for nonverbal humanoid communication, ATR Kyoto, Japonska
- Human to humanoid robot full body motion transfer, ATR Kyoto, Japonska
- High-Altitude Instalation in Planica, bCat b.v., Holland
- High-Altitude Instalation in Rogla Terme, bCat b.v., Holland
- Sweating Thermal Foot System, Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein, Germany
- Manikins for Decathlon, CNRS Centre d'Etudes de Physiologie Appliquee, Straabourg, France
- Gait simulator, W.I. Gore & Associates, Inc., USA
- Thermo-physiological testing of boots, Armasuisse, Suisse
- Gait simulator with non instrumented foot manikin, Armasuisse, Suisse
- Sweating thermal foot, Armasuisse, Suisse
- Testing with flame manikin; Flaming Hot Physiology Ltd., UK
- Underwatter ergometer; Institute of Naval Medicine, Gosport, UK;
- Adaptive color tracking software and implementation of nonlinear support vector machines for object recognition on a humanoid robot, ATR, Kyoto, Japonska
- Multiple features encoding for distributed video-based motion capture and action recognition, ATR, Kyoto, Japonska
- Goal-directed sensorimotor primitives for building object representations on a walking humanoid robot, ATR, Kyoto, Japonska
- The effect of prologued bed-rest on human body, Dept. Of defense medicine, Karolinska institute, Stockholm, Sweden
- The effect of weightlessness on vascular dispensability, Swedish defense research establishment, Dept. Of defense medicine, Karolinska institute, Stockholm, Sweden

Organizaija "International Symposium on Advances in Robot Kinematics", To je serija znanstvenih konferenc, ki jih organiziramo v sodelovanju z IFToMM, International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science.

Sodelovanje v programu post-doktorskega izobraževanja:

- Japan Society for the Promotion of Science, JSPS Postdoctoral Fellowship for Foreign Researchers, Advanced Telecommunications Research Institute

Sodelovanje z univerzami in instituti:

- ATR Kyoto, Japonska,
- TU Karlsruhe, Nemčija,
- EPFL Lausanne, Švica,
- Aalborg University, Danska,
- CSIC, Barcelona, Španija,
- Georg-August-University Göttingen, Nemčija,
- KTH Stockholm, Švedska,
- University of Leiden, Nizozemska,
- University of Edinburgh, Velika Britanija,
- University of Liege, Belgija,
- University of Notre Dame, ZDA,
- Univerza v Ferrari, Italija,
- Univerza v Bologni, Italija,
- Politecnico di Milano, Italija,
- CNRS, Straabourg, Francija,
- University of Athens, Grčija,
- EMPA St. Gallen, Švica,
- Institut Mihajlo Pupin, Srbija,
- Univerza Portsmouth, Velika Britanija,

- Institute of Naval Medicine, Alverstoke, Velika Britanija,
- Karolinska Institute, Stockholm, Švedska,
- Univerze Wollongong, Avstralija,
- Ben-Gurion University of the Negev, Izrael

Sodelovanje z gospodarstvom:

- bCat b.v., Nizozemska,
- Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein, Nemčija,
- Decathlon, Lille, Francija,
- W.I. Gore & Associates, Inc., USA,
- Armasuisse, Švica,
- Flaming Hot Physiology Ltd, Gosport, Velika Britanija,
- Sympatex, Nemčija,
- Hyperbaric medical center, Sharm el Sheikh, Egipt

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

Industrijski projekti:

- Sistem za anoksično uničevanje škodljivcev v depozitu ( Slovenski etnografski muzej Ljubljana)
- Sistem za avtomatski nadzor in krmiljenje proizvodne linije za hkratno proizvodnjo različnih izdelkov (U1-BL-E1-30/04, Droga Kolinska)
- Program za označevanje (šifra U1-BL-E1-2/05, Droga Kolinska)
- Dopolnitev nadzorno-krmilnega sistema (NKS) linije čajev (U1-BL-E1-29/07, Droga Kolinska)
- Integracija CAD sistemov v proizvodne procese pri montaži obutve (šifra U1-BL-E1-31/04: Alpina)
- Nadzorno krmilni sistem za linijo čajev, (U1-BL-E1-55/02), Droga
- Sistem za simulacijo višinskih razmer (šifra U1-BL-E1-17/05, KK Novo mesto)
- Razvoj programske opreme naprav za označevanje v sklopu avtomatizirane proizvodne linije (CA-108/03, Droga)
- Stimulatorji za domači in tuji trg; naročniki so centri za rehabilitacijo RS in drugi domači in tuji naročniki

Projekti za državno upravo:

- Razvoj in optimizacija osebne vojaške opreme; (M2-0018, MORS)

### 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.)

Z največjim slovenskim podjetjem prehrabene industrije Droga-Kolinska imamo dolgoročno sodelovanje pri razvojnih in raziskovalno razvojnih dejavnostih s ciljem avtomatizacije proizvodnje (od leta 1990 12 projektov)

Z največjim slovenskim proizvajalcem obutve Alpina imamo dolgoročno sodelovanje pri razvojnih in raziskovalno razvojnih dejavnostih s ciljem razvoja izdelkov, testiranja izdelkov in avtomatizacije proizvodnje (od leta 1994 8 projektov)

Raziskovalna skupina je tudi članica tehnološkega centra ARI.

Eden od članov programske skupine sestavlja skupino štirih članov Nadzorne komisije, ustanovljene s strani European Space Agency (ESA) za svetovanje pri izvajanju Bed-rest raziskovalnih programov.

Vodja programske skupine je član UO IZUM, član Razvojne skupine za organiziranost javnih razvojno-raziskovalnih organizacij in izobraževalnih institucij in član Komisije za izvajanje NRRP pri Svetu za znanost in tehnologijo. Do leta 2006 je bil član Nacionalnega znanstveno-raziskovalnega sveta pri ARRS ter predsednik Sveta za tehniške vede pri ARRS

### 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>	x
<b>Opis</b>	x
<b>Objavljeno v</b>	x
<b>COBISS.SI-ID</b>	00000000

**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>	x
<b>Opis</b>	x
<b>Objavljeno v</b>	x
<b>COBISS.SI-ID</b>	00000000

**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>	Robotika II
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	dodiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
2.	<b>Naslov predmeta</b>	Izbrana poglavja iz robotike
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	podiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
3.	<b>Naslov predmeta</b>	Mehanika robotov
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	dodiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Bologni
4.	<b>Naslov predmeta</b>	Popolnoma mehanizirani načini varjenja in robotika
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	podiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Institut za varilstvo (na osnovi pooblastila Evropske varialne federacije EWF in Mednarodnega instituta za varjenje IIW
5.	<b>Naslov predmeta</b>	Robotika
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	dodiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Novi Gorici
	<b>Naslov predmeta</b>	Izbrana poglavja iz robotike

6.	<b>Vrsta študijskega programa</b>	podiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Fakulteta za elektrotehniko
7.	<b>Naslov predmeta</b>	Fiziologija
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	dodiplomski
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta

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

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

Raziskave, ki jih izvajamo v skupini, povezujejo znanje o človeku in uporabo tega znanja v različnih dejavnostih. Raziskave so namenjene gospodarskemu napredku, vendar je osrednja tema človek. Gre torej predvsem za dvig življenjske ravni, ustvarjanje boljših pogojev dela in življenja, skrb za zdravo okolje, zmanjšanje polucije v najširšem smislu (materialne, mišljenjske, kulturne itd.). S tem pogledom želimo soustvarjati tehnološki napredek, ki bo služil človeku. Poleg tega pa težimo k razvoju lastnih vrhunskih znanj in tehnologij in k povezovanju s svetom na osnovi enakovredne izmenjave in na ta način prispevamo k vključevanju Slovenije v sodobne mednarodne tokove.

Odsek je bil vedno povezan z gospodarstvom in je sodeloval pri posodabljanju njihovih proizvodnih procesov, ki so dvignili tehnološki nivo, povečali konkurenčnost in imeli pozitivne ekonomske učinke. Ta razvojna dejavnost in prenos znanja v gospodarstvo je strateškega pomena za Slovenijo saj se lahko le tako slovensko gospodarstvo vključuje v sodobne gospodarske povezave. Naše izkušnje so, da je za obe strani dobro, če vspostavimo trajnejše oblike medsebojnega sodelovanja, kot je npr. sodelovanje z Alpino, UCS, Drogo-Kolinsko in Olimpijskim komitejem Slovenije, kjer posebej pride do izraza prenos doseženih raziskovalnih rezultatov v prakso v obliki sistema ali tehnologije, metode ali protokola. Npr. prenesli smo proizvodnjo in trženje sistemov za ovrednotenje zaščitne opreme v visoko inovativno gospodarsko družbo UCS d.o.o., kjer so se odprla nova delovna mesta in firmi omogočili razvoj nove tehnologije. V Drogi-Kolinski smo posodobili proizvodnjo čajev, povečali konkurenčnost in zmanjšali stroške. V Alpini so pripomogli pri razvoju nove športne opreme in s tem pripomogli k vodilni vlogi Alpine na področju tekaških čevljev v svetu. In nenazadnje smo z Olimpijskim komitejem vpeljali v Slovenijo nove metode treninga vrhunskih športnikov. Pričakujemo, da bomo v naslednjih letih nadaljevali uspešno sodelovanje z gospodarstvom.

**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



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

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
Jadran Lenarčič	in/ali	Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2009

### Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/607

<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), 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.

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

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), 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](#)

<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), 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](#)

<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