

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/11

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-9643
Naslov projekta	Nove metode v geometriji in topologiji ter njihova uporaba
Vodja projekta	7083 Dušan Repovš
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3.600
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2007 - 06.2010
Nosilna raziskovalna organizacija	101 Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.01
Naziv	Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Naše raziskovalno delo je bilo po predloženem planu projekta razdeljeno na več tematskih raziskovalnih sklopov:

- (1) geometrijo v velikem za metrične prostore in študij homotopskih avtoekvivalenc
- (2) teorijo vložitev Cantorjeve množice
- (3) Heegaard Floerjevo homologijo in njeno uporabo in
- (4) invariante vozlov in spleto v trirazsežni sferi

Na vsakem od teh tematskih sklopov smo v treh letih dela na projektu zelo uspešno raziskovali in dobili naslednje pomembne rezultate (nekateri od njih so pomembni tudi na sorodnih področjih).

Ad (1):

Naredili smo konkretne izračune Higsonove korone z Lipschitzevimi ekstenzijami in študij strukture Higsonove kompaktifikacije. Odkrili smo pomembno povezavo med Assouad-Nagatovo dimenzijo in klasično Lebesgovo krovno dimenzijo ter razširili koncept asimptotičnega stožca.

Uspešno smo obravnavali tudi bazične nerazcepne objekte v stabilni in nestabilni homotopski kategoriji in določili, kdaj so njihovi endomorfizmi lokalni, nilpotentni ali atomični. Razširili smo rezultate o kolobarjih endomorfizmov na nerazcepne spektre, in sicer najprej na metastabilni in potem na nestabilni primer.

Kompletno smo analizirali relacije med rotacijskim indeksom preslikave in njenim razcepom v homotopskem smislu.

Ad (2):

Analizirali smo vložitve Cantorjeve množice v evklidski prostor, predvsem toge vložitve z enostavno povezanim komplementom. Ta problem je bil odprt vrsto let in naša rešitev (konstruirali smo kar neštevno neskončno neekvivalentnih vložitev) je naletela na veliko zanimanje v svetu.

Odkrili smo nov pristop konstrukcijam teh kompakto, z uporabo klasičnih spleto Binga in Whiteheada.

Poleg tega smo izvajali tudi raziskave v fraktalni geometriji in njeni uporabi. Predvsem smo študirali fraktalno dimenzijo različnih pomembnih topoloških prostorov.

Ad (3):

Iz tematike Heegaard Floerjeve homologije smo napisali obsežno razpravo o sekundarnih invariantah vozlov v trirazsežni sferi, konkretno tau invarianti vozla, ki je že izšla v zelo visoko uvrščeni SCI reviji *Geometry and Topology* v Veliki Britaniji. O glavnih rezultatih tega članka smo poročal na vabljenih predavanjih na mednarodnih konferencah v ZDA in Kanadi.

Uspešno smo raziskovali kombinatorne formule za izračunavanje nekaterih invariant za alternirajoče vozle, npr. za t.i. perfektne vozle, z uporabo zavutih Alexandrovih polinomov, ki določajo stopničasto Eulerjevo karakteristiko vozelnih Floerovih homoloških grup. Pokazali smo, da so alternirajoči vozli perfektni celo v njihovih razvejanih krovih (kot to sicer velja v 3-sferi).

Ad(4):

Na področju računalniških aplikacij v kosoma linearni topologiji smo uspešno testirali naš novi algoritem za triangulacije topoloških trirazsežnih mnogoterosti.

Na področju teorije vozlov in spletoev smo našli nove relacije med Conwayjevimi koeficienti in drugimi invariantami teorije vozlov in spletoev ter jih nato uspešno posplošili na večkomponentne splete. Izboljšali smo tudi nekatere rezultate Ahmetjeva in Levina.

Naši novi rezultati teorije vozlov in spletoev imajo pomembno uporabo v kemiji in biologiji, pri študiju strukture DNA. Obstajajo tudi zanimive uporabe teorije vozlov v teoriji magnetnega polja, kar že raziskujemo skupaj s fiziki.

Poleg tega pa smo dobili številne nove rezultate tudi na drugih, sorodnih področjih topologije in njene uporabe. Številni med njimi so že sprejeti v objavo v vodilnih SCI revijah na tem področju. Poleg tega smo sodelovali tudi z uporabniki in s pomočjo metod, ki smo jih razvili v tem projektu uspešno reševali nekatere probleme iz prakse.

Pri našem raziskovalnem delu smo intenzivno sodelovali s tujimi raziskovalci, predvsem v okviru številnih bilateralnih mednarodnih projektov. Na naših raziskovalnih in podiplomskih seminarjih na IMFM in na FMF UL smo organizirali vrsto vabljenih predavanj uglednih tujih strokovnjakov, ki so bila še posebej zanimiva in koristna za naše mlade raziskovalce in druge podiplomske študente, ki se izobražujejo v naši projektni skupini.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

V treh letih raziskav smo, izhajajoč iz naših (v prvem letu v celoti potrjenih) raziskovalnih hipotez, delali z izjemnim uspehom na vseh načrtovanih problematskih sklopih, navedenih v predlogu projekta, skladno s predvidenim terminskim planom in v celoti dosegli vse planirane načrte, nekatere pa tudi bistveno preseгли.

Pri našem delu se nismo srečevali z nobenimi nepredvidenimi težavami.

Ocenjujemo, da je torej naše delo na tem triletnem temeljnem projektu potekalo povsem v skladu z načrti in da je bil projekt v pogodbenem roku v celoti uspešno zaključen.

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

Ni bilo nobenih sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Hurewicz-Serrov izrek v teoriji razširitev
		ANG	Hurewicz-Serre theorem in extension theory
	Opis	SLO	Glavna rezultata: (1) Naj bo L nilpotentni CW kompleks in F homotopsko vlakno inkluzije L v neskončni simetrični produkt $SP(L)$. Če je X metrizabilen prostor, za katerega so $X \times K(H_k(L), k)$ absolutni ekstenzorji za X za vsak $k \geq 1$, so tudi $X \times K(\pi_k(F), k)$ in $X \times K(\pi_k(L), k)$ absolutni ekstenzorji za vsak $k \geq 2$. (2) Naj bo X metrizabilen prostor, ki je končno dimenzionalen ali pa ANR. Naj bo L nilpotentni CW kompleks. Če je $SP(L)$ absolutni ekstenzor za X , je tudi absolutni ekstenzor za X v naslednjih primerih: (a) $H_1(L)$ je končno generiran, (b) $H_1(L)$ je torzijska grupa.

		ANG	The main results:(1) Let L be a nilpotent CW complex and F the homotopy fiber of the inclusion i of L into its infinite symmetric product $SP(L)$. If X is a metrizable space such that $X \times K(H_k(L), k)$ for all $k \geq 1$, then $X \times K(\pi_k(F), k)$ and $X \times K(\pi_k(L), k)$ for all $k \geq 2$. (2) Let X be a metrizable space such that $\dim(X) < \infty$ or $X \in \text{ANR}$. Suppose L is a nilpotent CW complex. If $X \times SP(L)$, then $X \times L$ in the following cases: (a) $H_1(L)$ is finitely generated, or (b) $H_1(L)$ is a torsion group.
	Objavljeno v		CENCELJ, Matija, DYDAK, Jerzy, MITRA, Atish, VAVPETIČ, Aleš. Hurewicz-Serre theorem in extension theory. Fund. Math., 2008, vol. 198, no. 2, str. 113-123.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14551385
2.	Naslov	SLO	O malih homotopijah pentelj
		ANG	On small homotopies of loops
	Opis	SLO	V članku sta podana negativna odgovora na dve pomembni vprašanji: (1) Če ima prostor lastnost, da so majhne ničhomotopne pentlje rob majhnih ničelnih homotopij, ali so potem tudi pentlje, ki so limite ničhomotopnih pentelj tudi same ničhomotopne? (2) Ali lahko z dodajanjem lokov v prostoru dosežemo, da homotopsko netrivialna krivulja postane ničhomotopna? Odgovor na prvo vprašanje pojasnjuje razmerje med lastnostjo, da je prostor homotopsko Hausdorffov in π_1 injektivnostjo v teoriji oblike.
		ANG	Two important questions are answered in the negative: (1) If a space has the property that small nulhomotopic loops bound small nulhomotopies, then are loops which are limits of nulhomotopic loops themselves nulhomotopic? (2) Can adding arcs to a space cause an essential curve to become nulhomotopic? The answer to the first question clarifies the relationship between the notions of a space being homotopically Hausdorff and π_1 -shape injective.
	Objavljeno v		CONNER, Gregory R., MEILSTRUP, Mark H., REPOVŠ, Dušan, ZASTROW, Andreas, ŽELJKO, Matjaž. On small homotopies of loops. Topol. appl.. [Print ed.], 2008, vol. 155, no. 10, str. 1089-1097. http://dx.doi.org/10.1016/j.topol.2008.01.009 .
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14657625
3.	Naslov	SLO	Kolobar endomorfizmov p -lokalnih končnih spektrov
		ANG	Endomorphism rings of p -local finite spectra are semi-perfect
	Opis	SLO	Naj bo X končen spekter. Dokažemo, da je kolobar endomorfizmov $R(X_{\{p\}})$, p -lokalizacije spektra X , polperfekten. Od tod sledi, med ostalim, krepki izrek o enolični faktorizaciji za končne p -lokalne spektre. Glavni korak je v dokazu, da Jacobsonov radikal kolobarja $R(X_{\{p\}})$ dopušča dviganje idempotentov.
		ANG	Let X be a finite spectrum. We prove that $R(X_{\{p\}})$, the endomorphism ring of the p -localization of X , is a semi-perfect ring. This implies, among other things, a strong form of unique factorization for finite p -local spectra. The main step in the proof is that the Jacobson radical of $R(X_{\{p\}})$ is idempotent-lifting, which is proved by a combination of geometric properties of finite spectra and algebraic properties of the p -localization.
	Objavljeno v		PAVEŠIČ, Petar. Endomorphism rings of p -local finite spectra are semi-perfect. Proc. R. Soc. Edinb., Sect. A, Math., 2009, vol. 139, iss 3, str. 567-574. http://dx.doi.org/10.1017/S0308210508000176 .
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		15179097
4.	Naslov	SLO	Naraščajoča in padajoča področja diskretne Morseove funkcije
		ANG	Ascending and descending regions of a discrete Morse function
		SLO	Eno od pomembnih področij računske topologije je diskretna Morsova teorija, ki ima veliko pomembnih primerov uporabe, je pa manj primerna za analizo podatkov, ki so tipično diskretni. V članku smo razvili algoritem za konstrukcijo padajočih in naraščajočih območij kritičnih celic diskretne

	Opis		Morsove funkcije, ki ima prednost, da za razliko od obstoječih algoritmov deluje tudi na podatkih dimenzije več kot tri. Prikazali smo tudi uporabo za kvalitativno analizo naravnih in umetnih podatkov.
		ANG	One of the important concepts in computational topology is discrete Morse theory, which has many applications but it is not suitable for data analysis because of the discrete nature of data. Discrete Morse theory has similar properties and is better suited for the discrete domain. In the paper, an algorithm for the construction of ascending and descending disks of critical cells of discrete Morse functions is developed, which compared to similar algorithms, is not limited to 2 or 3 dimensional data. The algorithm was applied to qualitative analysis of natural and artificial data.
	Objavljeno v		Gregor JERŠE, Neža MRAMOR-KOSTA, Ascending and descending regions of a discrete Morse function. Comput. Geom., 2009, vol. 42, iss. 6-7, str. 639-651. http://dx.doi.org/10.1016/j.comgeo.2008.11.001
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14994265
5.	Naslov	SLO	Perturbacijski učinki v nelinearnih problemih lastnih vrednosti
		ANG	Perturbation effects in nonlinear eigenvalue problems
	Opis	SLO	Izdelan je komplet bifurkacijski diagram za razred nelinearnih problemov na celem prostoru. Naš model ustreza razredu semilinearnih eliptičnih enačb z logističnim tipom nelinearnosti in absorpcijo. Ker se ta model pojavlja v populacijski dinamiki ali v upravljanju ribištva in lova, smo zainteresirani samo v situacijah, ki dopuščajo obstoj pozitivnih rešitev. Dokazi kombinirajo eliptične ocene z metodo sub- in super-rešitev. Revija je izredno visoko uvrščena na Science Citation Index lestvici, v letu 2008 je na 15.mestu med 214 revijami.
		ANG	We establish the complete bifurcation diagram for a class of nonlinear problems on the whole space. Our model corresponds to a class of semilinear elliptic equations with logistic type nonlinearity and absorption. Since this problem arises in population dynamics or in fishery or hunting management, we are interested only in situations allowing the existence of positive solutions. The proofs combine elliptic estimates with the method of sub- and super-solutions. The journal is very high on the Science Citation Index list, in the year 2008 it placed the 15th among 214 journals.
	Objavljeno v		RĂDULESCU, Vicențiu, REPOVŠ, Dušan. Perturbation effects in nonlinear eigenvalue problems. Nonlinear anal. [Print ed.], 2009, vol. 70, no. 8, str. 3030-3038. http://dx.doi.org/10.1016/j.na.2008.12.036 .
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		15094617

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Topologija in kaos
		ANG Topology and chaos
	Opis	SLO V tem vabljenem plenarnem predavanju na srečanju "The 7th international summer school and conference Chaos 2008: Let's Face Chaos Through Nonlinear Dynamics" (CAMTP, University of Maribor, Slovenia, 29 June-13 July 2008) smo obravnavali nekatere temeljne topološke tehnike, ki se uporabljajo v študiju kaotičnih dinamičnih sistemov. Poudarek je bil na tehnikah moderne geometrijske topologije, ki jih je razvila naša projektna skupina.
		ANG In this invited plenary lecture at the conference "The 7th international summer school and conference Chaos 2008: Let's Face Chaos Through Nonlinear Dynamics" (CAMTP, University of Maribor, Slovenia, 29 June-13 July 2008) we discussed some basic topological techniques used in the study of chaotic dynamical systems. The emphasis was on the techniques of modern geometric topology, developed by our project group.

	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	GARITY, Dennis, REPOVŠ, Dušan. Topology and chaos. V: ROBNIK, Marko (ur.), ROMANOVSKI, Valery (ur.). 7th International Summer School/Conference at the University of Maribor, 29 June - 13 July 2008, Maribor, Slovenia. "Let's face chaos through nonlinear dynamics", (AIP conference proceedings, vol. 1076). Melville: American Institute of Physics, 2008, str. 63-67. http://dx.doi.org/10.1063/1.3046272 .	
	Tipologija	1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID	14991449	
2.	Naslov	SLO	Bazične množice v digitalni ravnini
		ANG	Basic sets in the digital plane
	Opis	SLO	Ravninska množica K je bazična, če lahko vsako zvezno funkcijo f iz K v realna števila zapišemo kot vsoto $f(x,y) = g(x)+h(y)$, kjer sta g in h zvezni funkciji. Analogno definiramo bazične množice v digitalni ravnini. Bazične množice v ravnini sta karakterizirala Sternfeld in Skopenkov, v tem prispevku pa je dokazana digitalna verzija njune karakterizacije. Poleg tega je prikazana tudi zanimiva uporaba digitalnih bazičnih množic pri analizi slik.
		ANG	A set K in the plane is basic if each continuous function f from K to the real numbers can be expressed as a sum $f(x,y) = g(x)+h(y)$ with g and h continuous functions. Analogously we define a digital set K in the digital plane. Basic subsets of the plane were characterized by Sternfeld and Skopenkov. In this paper we prove a digital analogy of their results. Moreover we explore the properties of digital basic sets, and their possible use in image analysis.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	MRAMOR KOSTA, Neža, TRENKLEROVÁ, Eva. Basic sets in the digital plane. V: 34th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science, January 19-25, 2008, Novy Smokovec, High Tatras, Slovakia, Lecture notes in computer science, 4910, Berlin, Heidelberg, Springer, 2008, str. 376-387.	
	Tipologija	1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID	14516569	
3.	Naslov	SLO	Kirurgije na vozlih, ki omejujejo definitne mnogoterosti
		ANG	Surgeries on knots bounding definite manifolds
	Opis	SLO	Konferenca BIRS v Kanadi so prestižna srečanja raziskovalcev na najbolj aktivnih področjih in posebna čast je biti predavatelj pred tam občinstvom specialistov. Predstavili smo najnovejše rezultate o presečnih formah 4-mnogoterosti, ki jih lahko omejujejo 3-mnogoterosti, dobljene kot rezultat kirurgije na vozlu. Rezultati so pomembni za študij invariant 3-mnogoterosti in so osnova za definicijo nove konkordančne invariante vozlov v kontekstu Heegaard-Floerove homologije.
		ANG	Conferences by BIRS in Canada are prestigious meetings of researchers working in very active areas of mathematics and it is a special honour to lecture in front of this audience. We presented new results concerning intersection forms of 4-manifolds bounded by special 3-manifolds obtained as surgeries on a knot. The results are important in invariants of 3-manifolds and form a basis for defining concordance invariant of knots in the framework of Heegaard-Floer theory.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Sašo Strle. Surgeries on knots bounding definite manifolds. Interactions of Geometry and Topology in dimensions 3 and 4, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery, Canada, March 22 - 27, 2009, 26.3.2009.	
	Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa
	COBISS.SI-ID	15172697	
4.	Naslov	SLO	Kombinatorični pristop k grobi geometriji
		ANG	Combinatorial approach to coarse geometry

	Opis	SLO	Naša projektna skupina je s svojimi dosedanjimi dosežki naletela na zelo pozitivne odzive, o čemer pričajo številna vabila. V 2009 smo bili na tritedenskem obisku na Brigham Young University v Provo, ki je eden vodilnih centrov za geometrijsko topologijo. Imeli smo predavanje z naslovom Combinatorial Approach to Coarse Geometry in pregledno predstavili delo naše skupine z ameriškimi kolegi na področju geometrije v velikem merilu. Predavanje je naletelo na veliko zanimanje in je potrdilo našo pomembno vlogo na področju geometrijske topologije in geometrije v velikem merilu.
		ANG	Our research group has received a worldwide attention for its excellent results, which is also witnessed by many invitations from abroad. In 2009 we were invited by the Brigham Young University, Provo, which is one of the leading centers of geometric topology, for a three week visit. The title of our talk was Combinatorial Approach to Coarse Geometry. The lecture received a great deal of attention and it confirmed our important role in the field of geometric topology and coarse geometry.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	CENCELJ, Matija. Combinatorial approach to coarse geometry. Provo (Utah): Brigham Young University, 28. 5. 2009.	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
	COBISS.SI-ID	15179609	
5.	Naslov	SLO	Kvazi-končni kompleksi
		ANG	Quasi-finite complexes
	Opis	SLO	V tem vabljenem predavanju je dr. Smrekar predstavil nekatere glavne rezultate naših raziskav, in sicer je obravnaval kvazi-končnost vseh Eilenberg-MacLaneovih prostorov in splošneje CW kompleksov s končno mnogo netrivialnimi Postnikovimi invariantami.
		ANG	In this invited talk by dr. Smrekar presented some of the main results of this project concerning quasi-finiteness of all Eilenberg-MacLane complexes and, more generally, CW complexes with finitely many nontrivial Postnikov invariants.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	Jaka SMREKAR Quasi-finite complexes. Abstracts. First Joint International Meeting between American Mathematical Society and Polish Mathematical Society, July 31 - August 3 2007, Warsaw, PTM, 2007, str. 117	
Tipologija		3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa	
COBISS.SI-ID		14421337	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Naša raziskovalna skupina že vrsto let intenzivno skrbi za vzgojo nadarjenih matematikov v Sloveniji. Zelo odmevna je bila naša vloga pri mednarodnih matematičnih olimpiadah, kjer smo prispevali ključno programsko opremo za uspešno izvedbo teh tekmovanj najboljših mladih matematikov iz vsega sveta. Na ta način uspešno motiviramo najsposobnejše študente za bodoče raziskave v matematiki.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Projekt je imel zelo pozitiven vpliv na intenzivni razvoj podiplomskega študija na tem področju matematike v Sloveniji. Pod mentorstvom članov naše skupine in gostujočih znanstvenikov so naši doktorski študentje delali na svojih disertacijah. Z aktivno udeležbo naših raziskovalcev na mednarodnih konferencah in obiski naših kolegov iz tujine v Sloveniji smo nadaljevali že doslej zelo uspešen razvoj topologije in geometrije v Sloveniji in naše mednarodno sodelovanje se je razširilo. S sedanjimi in bodočimi mednarodnimi projekti načrtujemo obiske vodilnih ekspertov v

Sloveniji.

Ocenjujemo, da je topologija eno od področij temeljnih raziskav, ki ima velik potencial za široko afirmacijo v mednarodni znanstveni sferi. Naša programska skupina je že etabliрана na svojem področju in je dobila več nagrad. Obravnavani raziskovalni problemi so bili dolgo v središču zanimanja vodilnih strokovnjakov iz topologije in geometrije, posebej v ZDA, na Japonskem, v Evropski uniji in Ruski federaciji.

Zato so naši rezultati na tem področju zelo zanimivi za mednarodno matematično skupnost in so oz. bodo objavljeni v odličnih mednarodnih matematičnih revijah. Objavili bomo tudi specialno monografijo o celičastih preslikavah in homoloških mnogoterostih pri založbi European Mathematical Society. Prejeli smo številna vabila za plenarna predavanja na pomembnih specializiranih mednarodnih konferencah, kar dokazuje mednarodno uveljavljenost naše skupine. Rezultat našega dela je tudi povečano zanimanja tujih raziskovalnih institucij za sodelovanje z nami – že sedaj ima naša projektna skupina največje število mednarodnih projektov s področja matematike v Sloveniji.

ANG

The project had a very positive impact on the development of postgraduate education in this field of mathematics in Slovenia. Under the supervision of our researchers and visiting scientists our doctoral students worked on their theses. With the active participation of our members at the international conferences and the visits from abroad we continued the very successful development of topology and geometry in Slovenia and our international collaboration expanded even farther. Within the framework of our international projects we organized numerous visits by leading experts to Slovenia.

We consider topology as one of the areas of the fundamental research which have the greatest potential for a wide affirmation in the international scientific community. Our project group is well established in our field and it has won several prizes. The proposed research problems have been for a long time in the focus of several leading experts in topology and geometry, in particular from the United States, Japan, the European Union and Russian Federation. Therefore the expected results in these fields are of great interest to the international mathematical community.

Our results continue to be published in leading international mathematical journals. We shall publish a special monograph on cell-like mappings and homology manifolds with the European Mathematical Society. We continue to receive invitations for plenary talks at important specialized international conferences, confirming the international status of our group. We also recorded an increase in the interest by foreign research institutions for a collaboration - at present our project group has the greatest number of international projects in the field of mathematics in Slovenia.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Uspešno raziskovalno delo naše programske skupine bo imelo pomemben vpliv na kvalitetno dodiplomsko in (predvsem) podiplomsko izobraževanje v Sloveniji na področju topologije in geometrije. Konkretno je naša skupina že vpeljala povsem nov in izredno aktualen podiplomski predmet za uporabnike "Topologija v računalništvu" na Fakulteti za računalništvo in informatiko UL, ki je zelo zanimiv tudi za strokovnjake iz drugih področij, predvsem medicine. Algoritme, ki so jih razvili za generiranje diskretne Morseove funkcije v računski topologiji, se namreč da zelo uspešno uporabiti za študij v radiološki diagnostiki, npr. za CT in scintigrafijo v interni medicini in urologiji. Izdali smo tudi nov univerzitetni učbenik iz topologije.

ANG

The successful work of our research program team will have an important impact on the quality of the undergraduate and (especially) graduate education in Slovenia in the field of topology and geometry. In particular, our team has introduced a new modern graduate course "Topology in Computer Science" at the Faculty of Computer Science of the University of Ljubljana, which is very interesting also for experts in other fields, in particular from medicine. The algorithms developed for generating discrete Morse functions in computational topology can be successfully applied to the studies in radiological diagnostics, eg. for CT and scintigraphy in gastroenterology and urology. We also published a new university textbook on topology.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	

F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

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

	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte!**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:	☐	☐	☐	☐

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
	Komentar			
Ocena				
2.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
	Komentar			
Ocena				
3.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.		

	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
Komentar			
Ocena			

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 6., 7. in 8. 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
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

Dušan Repovš	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

21.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/11

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, 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., PREMŽL, 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](#)

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), 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](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

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

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

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

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

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

55-54-C1-E2-35-D3-A2-6B-A7-B8-32-76-C9-08-79-18-91-5E-2E-6B