

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/35

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z1-9614
Naslov projekta	Terwilligerjeva algebra Q-polnomskega razdaljno-regularnega grafa, Leonardovi pari in Leonardove trojice
Vodja projekta	21656 Štefko Miklavič
Tip projekta	Zt Podoktorski projekt - temeljni
Obseg raziskovalnih ur	3.400
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2008
Nosilna raziskovalna organizacija	1669 Univerza na Primorskem, Primorski inštitut za naravoslovne in tehnične vede Koper
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	11 Neusmerjene raziskave (temeljne)

2. Sofinancerji¹

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

V okviru projekta smo se ukvarjali s kombinatoričnimi objekti, ki so znani pod imenom grafi. Graf je končna množica vozlišč, skupaj z množico nekaterih njenih dvoelementnih podmnožic, ki ji pravimo množica povezav. Elementa vsake povezave sta torej dve različni vozlišči. Če povezava e vsebuje vozlišči x in y , potem pravimo, da sta vozlišči x in y povezani s povezavo e , oziroma, da sta vozlišči x in y sosednji. Koncept grafa je zelo uporaben, saj se mnoge matematične (pa tudi druge) relacije lahko na zelo preprost način opišejo s pojmom povezanosti.

V našem raziskovanju se bolj poglobljeno ukvarjamo s posebno družino grafov, ki jim pravimo razdaljno-regularni grafi. Teorija razdaljno-regularnih grafov je povezana z nekaterimi drugimi področji matematike, kot so teorija kodiranja, teorija reprezentacij in teorija ortogonalnih polinomov. V zadnjih nekaj desetletjih je bilo napisanih mnogo znanstvenih člankov in knjig na temo razdaljno-regularnih grafov.

Glavni cilj našega raziskovanja je razumeti in klasificirati poseben razred razdaljno-regularnih grafov, tako imenovane Q -polinomske razdaljno-regularne grafe. Za doseg tega cilja študiramo algebro, ki ji pravimo Terwilligerjeva algebra razdaljno-regularnega grafa. Terwilligerjevo algebro pa največkrat študiramo preko njenih modulov. Eden glavnih ciljev našega raziskovanja je opisati nerazcepne module Terwilligerjeve algebre v primeru, ko je graf Q -polinomski.

V predlogu projekta smo navedli štiri odprte probleme, ki smo jih poskušali rešiti v teku podiplomskega projekta. Pri prvem problemu je šlo za študij nerazcepnih modulov s krajiščem 1 Terwilligerjeve algebre Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa s presečnimi števili $a_1=0$ in a_2 različno od 0. V drugem problemu smo se ukvarjali s študijem nerazcepnih modulov s krajiščem 1 Terwilligerjeve algebre razdaljno-regularnega grafa negativnega tipa. Tretji in četrti problem pa sta bila bolj splošna. V tretjem problemu smo se ukvarjali s Terwilligerjevo algebro splošnega Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa. V četrtem pa je šlo za študij Leonardovih trojic ter Terwilligerjeve algebre Q -polinomskih razdaljno-regularnih grafov.

Prva dva izmed teh štirih problemov smo rešili v celoti. Rezultati so opisani v dveh člankih, ki sta že objavljena v uglednih matematičnih mednarodnih revijah.

V rešitvi prvega izmed teh dveh odprtih problemov smo poiskali in opisali nerazcepne module Terwilligerjeve algebre Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa s presečnimi števili $a_1=0$ in a_2 različno od 0, ki imajo krajišče 1. Izkazalo se je, da do izomorfizma natančno obstaja natanko en tak modul. Pokazali smo, da je dimenzija tega modula enaka $2D-2$, kjer je D premer grafa. Poiskali smo bazo tega modula. Določili smo tudi matrike, ki predstavljajo generatorje Terwilligerjeve algebre glede na to bazo.

V rešitvi drugega izmed teh dveh odprtih problemov smo poiskali in opisali nerazcepne module Terwilligerjeve algebre razdaljno-regularnega grafa negativnega tipa, ki imajo krajišče 1. Izkazalo se je, da do izomorfizma natančno obstajata natanko dva taka modula. Pokazali smo, da je eden izmed teh dveh modulov tanek (njegova dimenzija je D), drugi pa ne (njegova dimenzija je $2D-2$). Pri tem je D premer grafa. Poiskali smo bazo za ta dva modula. Določili smo tudi matrike, ki predstavljajo generatorje Terwilligerjeve algebre glede na to bazo.

Druga dva izmed zgoraj navedenih problemov sta zaradi svoje splošnosti zaenkrat rešena delno. Raziskave na teh dveh problemih so še v teku. Kot poseben primer enega izmed teh dveh problemov smo obravnavali naslednji problem. Naj bo Q_n graf n -dimenzionalne hiperkocke. Graf Q_n je razdaljno-regularen in Q -polinomski. Naj bo W tanek nerazcepen modul Terwilligerjeve algebre grafa Q_n . Ugotovili smo, da vedno obstaja taka matrika A^e , katere zožitev na modul W nam skupaj z matriko sosednosti in dualno matriko sosednosti grafa Q_n da Leonardovo trojico.

Poleg reševanja odprtih problemov predstavljenih v predlogu projekta, smo se v teku podoktorskega projekta ukvarjali tudi z vprašanji, ki so bila z vsebino projekta zelo tesno povezana. Naj jih nekaj naštejemo.

1. Naj bo G dvodelen Q -polinomski razdaljno-regularen graf. Naj bosta x in y vozlišči grafa G , ki sta na medsebojni razdalji 2. Vektor w_{ij} naj bo karakteristični vektor množice tistih vozlišč grafa G , ki so od vozlišča x oddaljena za i , od vozlišča y pa za j . Naj bo W vektorski podprostor napet na vektorje w_{ij} . Poiskali smo ortogonalno bazo minimalnega A -invariantnega vektorskega podprostora, ki vsebuje W (pri tem je A matrika sosednosti grafa G). Poleg tega smo izračunali tudi norme vektorjev te baze, ter opisali delovanje matrike A na vektorjih te baze. Rezultati so objavljeni v članku "On Q -polynomial bipartite distance-regular graphs", European journal of combinatorics, 2007, vol. 28, no. 1, str. 94-110.
2. Naj bo G dvodelen Q -polinomski razdaljno-regularen graf s presečnim številom $c_2=1$. Poiskali smo ekvitalno particijo vozlišč grafa G . S pomočjo te particije smo dobili

potrebne pogoje, katerim morajo zadoščati presečna števila tega grafa. S pomočjo teh potrebnih pogojev smo pokazali, da graf G ne obstaja, če je premer grafa G enak 4. Rezultati so objavljeni v članku "On bipartite Q -polynomial distance-regular graphs with $c_2=1$ ", Discrete Mathematics, 2007, vol. 307, str. 544-553.

Drugi namen predlaganega projekta je bil ta, da bi poiskali smernice za nadaljno raziskovanje Terwilligerjevih algeber Q -polinomskih razdaljno-regularnih grafov. Ponavadi se v procesu dokazovanja izrekov poraja mnogo nadaljnjih problemov ter možnih smeri raziskovanja. Tudi v tem primeru je bilo tako. Nekatere probleme, ki so se pojavili v toku izvajanja projekta smo že rešili, nekateri pa so v fazi reševanja. V zvezi s tem naj omenimo naslednja dva projekta, ki sta še v teku.

Naj bo G dvodelen razdaljno-regularen graf s presečnimi števili $c_i = (q^i - 1)/(q - 1)$, kjer je q naravno število večje ali enako 2. Dvodelni dualni polarni grafi ter Hammetterjevi grafi so primer takšnih grafov. Naj bosta x in y vozlišči grafa G , ki sta na medsebojni razdalji 2. Vektor w_{ij} naj bo karakteristični vektor množice tistih vozlišč grafa G , ki so od vozlišča x oddaljena za i , od vozlišča y pa za j . Naj bo W vektorski podprostor napet na vektorje w_{ij} . Cilj tega projekta je podati atraktivno ortogonalno bazo za minimalen A -invarianten vektorski podprostor, ki vsebuje W (pri tem je A matrika sosednosti grafa G). Poleg tega bi radi izračunali tudi norme vektorjev te baze, ter opisali delovanje matrike A na vektorjih te baze.

Drugi projekt, ki je trenutno še v teku, je pa nekako organsko nadaljevanje podoktorskega projekta. Pri tem projektu se ukvarjamo z naslednjim problemom. Naj bo G dvodelen razdaljno-regularen graf. Radi bi pokazali, da sta naslednji dve trditvi ekvivalentni:

1. graf G ima do izomorfizma natančno največ dva nerazcepna modula s krajiščem 2, od katerih sta oba tanka.
2. Za vsako število i med 2 in $D-1$ (kjer je D premer grafa G) obstajata števili a_i in b_i z naslednjo lastnostjo. Izberimo si vozlišča x, y, z grafa G , tako da sta x in y na razdalji 2, x in z ter y in z pa na razdalji i . Naj bo M_1 množica vseh vozlišč, ki so sosednja vozlišču z , ter od x in y oddaljena $i-1$. Naj bo M_2 množica vseh vozlišč, ki so sosednja vozliščema x in y , ter od vozlišča z oddaljena $i-1$. Potem je moč množice M_1 enaka številu $a_i + b_i |M_2|$ (kjer smo z $|M_2|$ označili moč množice M_2).

Poleg zgoraj opisanih rezultatov smo v času trajanja projekta dokazali še nekatere rezultate, ki niso neposredno povezani s projektom. Naj omenimo le tiste, ki so že objavljeni v uglednih mednarodnih matematičnih revijah.

1. V članku "Distance-regular cayley graphs on dihedral groups" (Journal of combinatorial theory, serie B, 2007, vol. 97, str. 14-33) smo podali klasifikacijo razdaljno-regularnih grafov, ki so cayleyevi grafi diederskih grup.
2. V člankih "Consistent cycles in graphs and digraphs" (Graphs and Combinatorics, 2007, vol. 23, str. 205-216) ter "Overlaps in consistent cycles" (Journal of Graph theory, 2007, vol. 55, str. 55-71) smo se ukvarjali s konsistentnimi cikli (to so cikli, za katere obstaja avtomorfizem grafa, ki na njih deluje kot rotacija) povezano tranzitivnih grafov. Podali smo natančno število orbit takšnih ciklov.
3. V članku "Semisymmetric covers of the Moebius-Kantor graph" (Discrete Mathematics, 2007, vol. 307, str. 2156-2175) smo študirali pol-simetrične krove Moebius-Kantorjevega grafa.
4. V članku "Arc-transitive cycle decompositions of tetravalent graphs" (Journal of combinatorial theory, serie B, 2008, vol. 98, no. 6, str. 1181-1192) smo študirali povezano tranzitivne ciklične dekompozicije štirivalentnih grafov. Pokazali smo, da takšen graf lahko premore eno, tri ali pa nobene take dekompozicije. Kateri od teh treh primerov dejansko nastopi, pa je odvisno od tega, kakšna je algebralna struktura stabilizatorja vozlišča tega grafa.
5. V članku "One-matching Bi-Cayley Graphs Over Abelian Groups" (European Journal of Combinatorics, 2009, vol. 30, str. 602-616) smo raziskovali grafe, ki premorejo polregularno grupo avtomorfizmov z natanko dvema orbitama enake moči, ki sta povezani s popolnim prirejanjem. V članku smo podali klasifikacijo takih grafov.
6. V članku "Consistent cycles in half-arc-transitive graphs" (Electronic Journal of

Combinatorics, 2009, vol. 16(1)) smo študirali konsistentne cikle (to so cikli, za katere obstaja avtomorfizem grafa, ki na njih deluje kot rotacija) pol-povezavno-tranzitivnih grafov. V članku smo podali število orbit takih ciklov glede na delovanje grupe avtomorfizmov grafa.

7. V članku "Strongly regular tri-Cayley graphs" (European Journal of Combinatorics, 2009, vol. 30, str. 822-832) smo študirali krepko regularne grafe, ki premorejo polregularno grupo z natanko tremi orbitami enake moči. Podali smo zelo restriktivne pogoje za obstoj takih grafov.
8. V članku "The strongly distance-balanced property of the generalized Petersen graphs" (Acta Mathematica Contemporanea, 2009, vol. 2, str. 41-47) smo študirali razdaljno-uravnovežene posplošene Petersenove grafe. Pokazali smo, da za vsako naravno število k večje ali enako 2 obstaja takšno naravno število n_0 , da posplošeni Petersenov graf $GPG(n, k)$ ni krepko razdaljno-uravnovežen brž ko je n večji ali enak od n_0 .

Prav tako so nekateri projekti, ki niso neposredno povezani s podoktorskim projektom, še v teku. Članki, ki opisujejo rezultate teh projektov so še v pripravi.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

V okviru projekta smo navedli štiri odprte probleme, ki smo jih poskušali rešiti v teku podiplomskega projekta. Pri prvem problemu je šlo za študij nerazcepnih modulov s krajiščem 1 Terwilligerjeve algebre Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa s presečnimi števili $a_1=0$ in a_2 različno od 0. V drugem problemu smo se ukvarjali s študijem nerazcepnih modulov s krajiščem 1 Terwilligerjeve algebre razdaljno-regularnega grafa negativnega tipa. Tretji in četrti problem pa sta bila bolj splošna. V tretjem problemu smo se ukvarjali s Terwilligerjevo algebro splošnega Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa. V četrtem pa je šlo za študij Leonardovih trojic ter Terwilligerjeve algebre Q -polinomskega razdaljno-regularnega grafa.

Prva dva izmed teh štirih problemov smo rešili v celoti. Rezultati so opisani v dveh člankih, ki sta že objavljena v uglednih matematičnih mednarodnih revijah. Druga dva izmed zgoraj navedenih problemov sta zaradi svoje splošnosti zaenkrat rešena delno. Raziskave na teh dveh problemih so še v teku, en članek v zvezi s tema dvema problemoma pa je tudi že objavljen v ugledni mednarodni matematični reviji.

Poleg problemov, ki so navedeni v predlogu podoktorskega projekta, smo se v teku podoktorskega projekta ukvarjali še z veliko odprtimi problemi, ki so v povezavi s samo vsebino projekta. Rezultate teh raziskav smo opisali v enajstih znanstvenih člankih, ki so objavljeni v uglednih mednarodnih matematičnih revijah (glej točko 3 tega poročila).

Glede na zgoraj opisane rezultate, lahko stopnjo realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev ocenim kot zelo visoko.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Leonardove trojice in hiperkocke
		ANG	Leonard triples and hypercubes
	Opis	SLO	Leonardova trojica na vektorskem prostoru V je urejena trojica linearnih operatorjev na V , za katero velja, da za vsakega od teh treh operatorjev obstaja baza za V , glede na katero je matrika tega operatorja diagonalna, matriki ostalih dveh operatorjev pa sta nerazcepni tridiagonalni. Naj bo Q graf D -dimenzionalne hiperkocke. Naj bosta A in A^* matrika sosednosti ter dualna matrika sosednosti. Naj bo T algebra generirana z A , A^* . Pokazali smo, da obstaja matrika $A^\wedge$, tako da $(A, A^*, A^\wedge)$ deluje na vsakem nerazcepnem T -modulu kot Leonardova trojica. Podali smo opis teh

			Leonardovih trojic.
		ANG	A Leonard triple on a vector space V is a triple of linear operators on V such that for each of these operators there is a basis of V with respect to which the matrix representing it is diagonal and the matrices representing the other two operators are irreducible tridiagonal. Let Q be the graph of the D -hypercube. Let A , A^* and T be the adjacency matrix, the dual adjacency matrix of Q , and the algebra generated by A , A^* . We show that there exists a matrix A^e such that (A, A^*, A^e) acts on each irreducible T -module as a Leonard triple. We give a detailed description of these Leonard triples.
	Objavljeno v		MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes. J. algebr. comb., 2008, vol. 28, no. 3, str. 397-424. JCR IF: 0.582
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14624857
2.	Naslov	SLO	Q-polinomski razdaljno-regularni grafi z $a_1=0$ in $a_2 \neq 0$
		ANG	Q-polynomial distance-regular graphs with $a_1=0$ and $a_2 \neq 0$
	Opis	SLO	Naj bo G Q-polinomski razdaljno-regularen graf premera $D > 2$ in s presečnimi števili $a_1=0$, $a_2 \neq 0$. Naj bo T Terwilligerjeva algebra grafa G glede na vozlišče x . Pokazali smo, da do izomorfizma natančno obstaja samo en nerazcepen T -modul W s krajiščem 1. Pokazali smo, da ima W dimenzijo $2D-2$. Definirali smo bazo modula W , ki jo sestavljajo lastni vektorji matrike A^* . Podali smo delovanje matrike A na tej bazi. Pokazali smo, da je večkratnost modula W v standardnem modulu grafa G enaka $k-1$, kjer je k valenca grafa G .
		ANG	Let G denote a Q-polynomial distance-regular graph with diameter $D > 2$ and intersection numbers $a_1=0$, $a_2 \neq 0$. Let T denote the Terwilliger algebra of G . We show that up to isomorphism there exists a unique irreducible T -module W with endpoint 1. We show that W has dimension $2D-2$. We display a basis for W which consists of eigenvectors for A^* . We display the action of A on this basis. We show that W appears in the standard module of G with multiplicity $k-1$, where k is the valency of G .
	Objavljeno v		MIKLAVIČ, Štefko. Q-polynomial distance-regular graphs with a [sub] 1 [equal] 0 and a [sub] 2 [not equal] 0. Eur. j. comb., 2009, vol. 30, no. 1, str. 192-207. JCR IF (2007): 0.651
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14627929
3.	Naslov	SLO	Terwilligerjeva algebra razdaljno-regularnega grafa negativnega tipa
		ANG	The Terwilliger algebra of a distance-regular graph of negative type
	Opis	SLO	Naj bo G razdaljno-regularen graf premera $D > 2$. Privzemimo, da ima G klasične parametre (D, b, α, β) z $b < -1$. Naj bo T Terwilligerjeva algebra grafa G glede na vozlišče x . Pokazali smo, da do izomorfizma natančno obstajata natanko dva T -modula s krajiščem 1. Njuni dimenziji sta D in $2D-2$. Za ta T -modula smo poiskali bazo, ki jo sestavljajo lastni vektorji matrike A^* . Podali smo delovanje matrike A na vsaki izmed teh dveh baz.
		ANG	Let G denote a distance-regular graph with diameter $D > 2$. Assume G has classical parameters (D, b, α, β) with $b < -1$. Let T denote the Terwilliger algebra of G . We show that up to isomorphism there exist exactly two irreducible T -modules with endpoint 1; their dimensions are D and $2D-2$. For these T -modules we display a basis consisting of eigenvectors for A^* , and for each basis we give the action of A .
	Objavljeno v		MIKLAVIČ, Štefko. The Terwilliger algebra of a distance-regular graph of negative type. Linear algebra appl.. [Print ed.], 2009, vol. 430, no. 1, str. 251-270. JCR IF (2007): 0.702.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		2132965
4.	Naslov	SLO	O Q-polinomskih dvodelnih razdaljno-regularnih grafih
		ANG	On Q-polynomial bipartite distance-regular graphs
			Naj bo G dvodelen Q-polinomski razdaljno-regularen graf. Izberimo si vozlišči x, y ki sta na razdalji 2. Naj bo $w_{\{ij\}}$ karakterističen vektor množice vozlišč, ki so na razdalji i od x in na razdalji j od y . Naj bo $W = \text{span}\{w_{\{ij\}} \mid 0 \leq i, j$

	Opis	SLO	$\leq d$. V članku smo študirali prostor $MW = \text{span}\{mw \mid m \in M, w \in W\}$, kjer je M Bose-Mesnerjeva algebra grafa G . Poiskali smo ortogonalno bazo prostora MW . Podali smo delovanje matrike A na tej bazi. Pokazali smo, da je dimenzija prostora MW enaka $3d-3$ v primeru, ko je graf G 2-homogen, $3d-1$ v primeru, ko je G antipodni kvocient $2d$ -kocke, in $4d-4$ sicer.
		ANG	Let G denote a bipartite Q -polynomial distance-regular graph. Fix vertices x, y which are at distance 2. Let w_{ij} be the characteristic vector of the set of vertices, which are at distance i from x and at distance j from y . Let $W = \text{span}\{w_{ij} \mid 0 \leq i, j \leq d\}$. We consider the space $MW = \text{span}\{mw \mid m \in M, w \in W\}$, where M is the Bose-Mesner algebra of G . We display an orthogonal basis for MW . We give the action of A on this basis. We show that the dimension of MW is $3d-3$ if G is 2-homogeneous, $3d-1$ if G is the antipodal quotient of the $2d$ -cube, and $4d-4$ otherwise.
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko. On bipartite Q -polynomial distance-regular graphs. Eur. j. comb., 2007, vol. 28, no. 1, str. 94-110. JCR IF: 0.651	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	1796823	
5.	Naslov	SLO	Razdaljno-regularni cayleyevi grafi diederskih grup
		ANG	Distance-regular cayley graphs on dihedral groups
	Opis	SLO	Glavni rezultat članka je klasifikacija razdaljno-regularnih cayleyevih grafov diederskih grup. Naslednje štiri družine grafov so očitno takšne (in jih bomo zato imenovali trivialne): polni grafi, polni dvodelni grafi, polni kompletni grafi brez 1-faktorja in cikli sode dolžine. Dokazali smo, da je vsak netrivialen razdaljno-regularen cayleyev graf diederske grupe dvodelen, neantipoden, premera 3, ter je porojen bodisi iz ciklične diferenčne množice, ali pa iz diederske diferenčne množice ki zadošča nekaterim dodatnim pogojem (če kakšna taka diferenčna množica sploh obstaja).
		ANG	The main result of this article is a classification of distance-regular Cayley graphs on dihedral groups. There exist four obvious families of such graphs, which are called trivial: complete graphs, complete bipartite graphs, complete bipartite graphs with the edges of a 1-factor removed, and cycles of even length. It is proved that every non-trivial distance-regular Cayley graph on a dihedral group is bipartite, non-antipodal, has diameter 3 and arises either from a cyclic difference set, or possibly (if any such exists) from a dihedral difference set satisfying some additional conditions.
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko, POTOČNIK, Primož. Distance-regular Cayley graphs on dihedral groups. J. comb. theory, Ser. B, 2007, vol. 97, no. 1, str. 14-33. JCR IF: 1.017.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	1909207	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Gostujoči profesor na univerzi
		ANG	Visiting professor at university
	Opis	SLO	V času od februarja do julija 2007 sem gostoval pri prof. dr. Paul Terwilligerju na University of Wisconsin - Madison, Wisconsin, ZDA.
		ANG	From February 2007 through July 2007 I was on a research visit at University of Wisconsin - Madison, Wisconsin, USA. During this period I worked with prof. dr. Paul Terwilliger.
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi	
	Objavljeno v	http://www.cies.org/schlr_directories/vsdir06/vs_dir_geo.htm	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
	COBISS.SI-ID	1024033620	
2.	Naslov	SLO	Svet brez matematike : pogovor s Štefkom Miklavičem.
		ANG	The world without mathematics: interview with Štefko Miklavič
		V intervjuju za revijo "Ampak" sem podal moj pogled na stanje in pomen	

	Opis	SLO	matematike v današnjem svetu.
		ANG	In this interview for "Ampak" magazine I describe my opinion about the importance of mathematics in the present age.
	Šifra	F.35	Drugo
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko. Svet brez matematike : pogovor s Štefkom Miklavičem. Ampak (Ljubl.), apr. 2008, letn. 9, št. 4, str. 49-50.	
	Tipologija	1.22	Intervju
	COBISS.SI-ID	2132709	
3.	Naslov	SLO	Leonardove trojice in hiperkocke
		ANG	Leonard triples and hypercubes
	Opis	SLO	Na kombinatoričnem seminarju oddelka za matematiko na University of Wisconsin - Madison sem predstavil rezultate članka MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes. J. algebr. comb., 2008, vol. 28, no. 3, str. 397-424.
		ANG	I describe the results of the paper "MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes. J. algebr. comb., 2008, vol. 28, no. 3, str. 397-424" at the combinatorics seminar of the mathematics department of the University of Wisconsin - Madison.
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes : Combinatorics Seminar, 12.3.2007, Mathematics Department, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, ZDA. 2007.	
	Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi
	COBISS.SI-ID	1024033620	
4.	Naslov	SLO	Leonardove trojice in hiperkocke
		ANG	Leonard triples and hypercubes
	Opis	SLO	Na seminarju za kombinatoriko, algebro in teorijo števil na Iowa state university, Ames, Iowa, ZDA, sem predstavil rezultate članka MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes. J. algebr. comb., 2008, vol. 28, no. 3, str. 397-424.
		ANG	I describe the results of the paper "MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes. J. algebr. comb., 2008, vol. 28, no. 3, str. 397-424" at the "Combinatorics, Algebra and Number Theory Seminar" of the Iowa state university, Ames, Iowa, USA
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko. Leonard triples and hypercubes : Combinatorics, Algebra, Number Theory Seminar Spring 2007, 2.4.2007, Iowa State University, Ames, Iowa, ZDA. 2007.	
	Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi
	COBISS.SI-ID	1024033364	
5.	Naslov	SLO	Terwilligerjeva algebra dvodelnega razdaljno-regularnega grafa
		ANG	The subconstituent algebra of a bipartite distance-regular graph
	Opis	SLO	Ne seminarju za kombinatoriko matematičnega oddelka na University of Wisconsin - Madison, Wisconsin, ZDA, sem predstavil svoje trenutno raziskovalno delo na področju Terwilligerjevih algeber dvodelnih razdaljno-regularnih grafov.
		ANG	At the combinatorics seminar of the mathematics department of the University of Wisconsin - Madison I present my current research, with a focus on the research of Terwilliger algebras of bipartite distance-regular graphs.
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	MIKLAVIČ, Štefko. The subconstituent algebra of a bipartite distance-regular graph : Combinatorics Seminar, 27.10.2008, Mathematics Department, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, ZDA. 2008.	
		3.14	Predavanje na tuji univerzi

Tipologija	
COBISS.SI-ID	1024033108

8. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁷

8.1. Pomen za razvoj znanosti⁸

SLO

V zadnjih nekaj desetletjih je število člankov o Terwilligerjevih algebrah razdaljno-regularnih grafov izjemno poraslo. Tema podoktorskega projekta je v samem središču trenutnih trendov pri raziskovanju Terwilligerjevih algeber. Dobljeni rezultati so nedvomno pripomogli k boljšemu razumevanju Terwilligerjevih algeber razdaljno-regularnih grafov. Znanje in izkušnje, ki smo jih pridobili med projektom, so nam pomagale do smo ostali v stiku z dandanašnjim dogajanjem v svetu moderne matematike.

Vsi rezultati dobljeni med tem projektom so že ali pa bodo objavljeni v pomembnih mednarodnih matematičnih revijah. Predstavljeni so bili in še bodo na različnih mednarodnih konferencah in seminarjih.

Raziskovalci iz Slovenije so imeli priložnost sodelovati z vodilnimi eksperti iz tega področja matematike. To jim je vsekakor pomagalo poglobiti in razširiti njihovo znanje. Mislimo tudi, da je teorija Terwilligerjevih algeber med slovenskimi matematiki premalo poznana. Njeno prepoznavnost smo izboljšali s tem, da smo rezultate tega projekta predstavili na različnih seminarjih v Sloveniji.

ANG

In the last few decades the number of papers on Terwilliger algebras has grown significantly. The proposed project is at the core of the current trend in the research of Terwilliger algebras and Q -polynomial distance-regular graphs. The results of the project contribute to a common effort of the mathematical community to understand the Terwilliger algebra of Q -polynomial distance-regular graph. The knowledge and experience obtained in the course of the project help us to keep in touch with trends in modern mathematics.

All the results obtained during our cooperation are already published (or will be published) in highly respected mathematical journals and were presented at various international combinatorial conferences and seminars.

Furthermore, the researchers from Slovenia were exposed to some of the finest and leading experts in the field which help deepen and broaden their research interests, thus bringing their own research to a higher level.

Also, the theory of Terwilliger algebras is not as well known to the Slovenian mathematical community as it should be. We promote this theory by presenting the results of the project in seminars in Slovenia.

8.2. Pomen za razvoj Slovenije⁹

SLO

S tem projektom Slovenija ohranja stik s svetovnimi trendi v matematiki na tistih področjih, ki jih projekt pokriva. Predvsem je za Slovenijo ta projekt pomemben tudi zato, ker je pomagal znotraj na novo ustanovljene Fakultete za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije na Univerzi na Primorskem ustvariti kvalitetno, svetovno primerljivo šolo matematike. Sodelovanje nekaterih zaposlenih na tem projektu je vsekakor pripomoglo k dvigu kvalitete raziskovalnega dela na tej fakulteti.

ANG

With the proposed project Slovenia will keep in touch with modern trends in mathematics. Also, the proposed project is important for Slovenia because of it helps to create good quality, world comparable School of Mathematics in the newly established Faculty of mathematics, natural science and information technologies at University of Primorska. The fact that some of the investigators involved in the project are employed at the above mentioned faculty, an overall improvement of the research quality at this faculty may be expected.

9. 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/varovanju 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

--

10. 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					

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

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

11. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹⁰

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

Podpisi:

Štefko Miklavič	in/ali	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Koper

10.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/35

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² 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](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

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

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ 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-ZV-RPROJ-ZP/2008 v1.00