



## KRATKOROČNA FINANCIJSKA POTPORA ISTRAŽIVANJU

### PRIJAVNI OBRAZAC

**1. TEMA ISTRAŽIVANJA:** Kvantno računarstvo, kvantna komunikacija i kvantni algoritmi

**2. OSNOVNA KATEGORIJA FINANCIJSKIH POTPORA:**  
**PRIRODOSLOVNO PODRUČJE**

**3. VRSTA POTPORA:**  
**POTPORA ISTRAŽIVANJIMA 2 (S OBIČNIM MATERIJALNI TROŠKOVIMA)**

**4. IME I PREZIME VODITELJA POTPORE ISTRAŽIVANJU, E-MAIL ADRESA:** Prof. dr. sc. Mladen Pavičić, mpavicic@grad.hr

**5. SASTAVNICA VODITELJA POTPORE ISTRAŽIVANJU:** Građevinski fakultet u Zagrebu

**6. KRATKI OPIS POTPORE ISTRAŽIVANJU (DO 500 RIJEČI):**

Kvantna komunikacija je jedina komunikacija koja omogućuje dokazivo absolutno siguran prijenos podataka, a kvantna računala su jedina moguća opcija za eksponencijalno povećanje brzine obrade podataka i zbog toga se u ova područja ulažu milijarde Eura godišnje (Mooreov zakon više ne vrijedi: brzina procesora se ne povećava već deset godina, a kroz pet godina će i minijaturizacija čipova i memorija stati). Na Sveučilištu se jedino mi bavimo ovim područjima. U do sad implementiranim kvantnim komunikacijskim shemama (SAD, Europa, Japan) koriste se pojedinačni fotoni, a njihovo determinističko razlučivanje je nemoguće. Mi međutim razvijamo skoro-determinističko razlučivanje njihovih stanja što čini do sad implementirane sisteme nesigurnima. Zato razvijamo sheme bazirane na spregnutim fotonima i odgovarajućim kvantnim repetitorima. [Suradnik asistent Andrej Vidak radi na doktorskom radu Kvantni repetitori; mentor: prof. Mladen Pavičić.] Ove godine dokazali smo da u direktnoj komunikaciji neokriviljivo prisluškivanje može uvjek razlučiti  $\Psi$  od  $\Phi$  Bellovih stanja modusu poruka i to otvara mogućnost implementacije determinističke komunikacije sa četiri Bellova stanja pomoću linearnih optičkih elemenata što je do sad bilo smatrano nemogućim. Za to je potrebno dizajnirati dobre izvore qubita "na zahtjev". Naša preliminarna računanja pokazuju da down-konverzija u nonlinearnim kristalima smještenim u rezonatore može generirati spregnute fotone "na zahtjev". Drugo područje koje ćemo razvijati je područje kvantne kontekstualnosti kvantnih sistema i njihovih mjerena u okviru kvantnog računarstva i uz primjenu kvantnih algoritama koje dizajniramo. Od 1967. do 2003. nekoliko grupa istraživača našlo je oko desetak kontekstualnih Kochen-Specker (KS) skupova. Od 2004. do danas mi smo prvi u svijetu našli milijarde KS skupova i dvije KS klase (24-24 i 60-75). Taj proboj napravili smo pomoću linearnih MMP (McKay-Megill-Pavičić) diagrama. Bez njih, direktno nalaženje i najmanjeg KS skupa bi zahtjevalo da svi danas raspoloživi superkompjuteri računaju dulje nego što je star Svemir budući da MMP dijagrami



odgovaraju sustavu nelinearnih jednadžbi. [Suradnik prof. dr. sc. Krešimir Fresl sudjeluje u dizajniranju i obradi hipergrafova i MMP dijagrama u okviru svog bavljenja sustavima nelinearnih jednadžbi, koje također pokriva ova potpora.] Nedavno je izvedeno nekoliko kontekstualnih eksperimenata s rezultatima objavljenim u najutjecajnim časopisima, npr., Nature (Impact Factor 49). Mi počinjemo generirati KS skupove nove 60-105 KS klase definirane za operatore u 2x2-dimenzionalnom prostoru qubita i razvijati algoritme za proučavanje te važne klase KS skupova koja nam omogućava direktni dizajn njihovih eksperimenata. Za implementiranje naših algoritama koristimo grozd Isabella i GRID. KS skupovi se mogu koristiti za kvantno računanje i mogu utrti put njihovom budućem razvoju. Također razvijamo hipergrafski pristup algebrama koje korespondiraju konačno dimenzionalnom Hilbertovom prostoru spregnutih qubita. Pristup je baziran na algoritmima koje smo razvili za generaciju KS skupova. Naši krajnji ciljevi su kvantni algoritmi za nalaženje svojstvenih vrijednosti i svojstvenih vektora određenih unitarnih operatora i optimalni dizajni kvantnih repetitora. Svi naši rezultati će biti objavljeni u CC časopisima i predstavljeni na internacionalnim konferencijama (za koje su predviđeni troškovi). Predviđamo troškove i za objavljivanje u časopisima s otvorenim pristupom koji imaju obveznu naplatu objavljivanja radova, ali za uzvrat nude visoku vidljivost i visok Impact Factor (>4). Također predviđamo nabavljanje hardwarea za obradu MMP diagrama i hipergrafova.

## 7. FINANCIJSKI PLAN\*

	<b>Kategorija</b>	<b>Specifikacija troškova - pojedinačne stavke unutar kategorije</b>	<b>Predviđeni ukupni iznos</b>
1	TROŠKOVI ISTRAŽIVAČKOG RADA	Software, naručeno masivno unošenja podataka, komunikacija s vanjskim suradnicima: cca: 5,000.00 kn	5,000.00 kn
2	SITNA I SREDNJA ZNANSTVENA OPREMA	Nabava novih hardware elemenata za 3D obradu hipergrafova i MMP dijagrama, npr. CPU i GPU cca 15,000.00 kn Održavanje postojeće opreme: cca 10,000.00 kn	25,000.00 kn
3	DISEMINACIJA ISTRAŽIVAČKIH REZULTATA (PUBLICIRANJE, ODLASCI NA KONGRESE)	Troškovi objavljivanje u CC, SCI i SCI-expanded časopisima s otvorenim pristupom cca: 10,000.00 kn Odlazak na jednu konferenciju u USA i jednu u Europi: cca: 10,000.00 kn	20,000.00 kn
4	POPULARIZACIJA ZNANOSTI	volunteerski	0 kn
<b>UKUPNO</b>		<b>50,000.00 kn</b>	<b>50,000.00 kn</b>

\* SUKLADNO UGOVORU O NAMJENSKOME VIŠEGODIŠNJEM INSTITUCIJSKOM FINANCIRANJU ZNANSTVENE DJELATNOSTI U GODINAMA 2013., 2014. I 2015.

IZ OVIH SREDSTAVA NIJE MOGUĆE PODMIRIVATI TROŠKOVE PLAĆA I DRUGA PRIMANJA ZAPOSLENIH.



**8. SURADNICI SA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU U ZNANSTVENO-NASTAVNIM, ZNANSTVENIM I UMJETNIČKO-NASTAVNIM ZVANJIMA**

Ime i prezime	Zvanje	Sastavnica	Kratice aktivnih znanstvenih projekata (domaćih i stranih)
Mladen Pavičić	Redoviti profesor u trajnom zvanju	Građevinski fakultet u Zagrebu	MZOS: 082-0982562-3160 Kvantno računarstvo
Krešimir Fresl	Izvanredni profesor	Građevinski fakultet u Zagrebu	MZOS: 082-0982562-3160 Kvantno računarsvo
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.

**9. SURADNICI SA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU U SURADNIČKIM ZVANJIMA**

Ime i prezime	Zvanje	Sastavnica	Kratice aktivnih znanstvenih projekata (domaćih i stranih)
Andrej Vidak	Asistent	Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.



Click here to enter text.			
Click here to enter text.			
Click here to enter text.			

## 10. SURADNICI S OSTALIH INSTITUCIJA

Ime i prezime	Zvanje	Institucija	Kratice aktivnih znanstvenih projekata (domaćih i stranih)
Click here to enter text.			
Click here to enter text.			
Click here to enter text.			
Click here to enter text.			
Click here to enter text.			

## 11. OBJAVLJENI NAJZNAČAJNIJI RADOVI U RAZDOBLJU 2007. - 2013. (BROJ RADOVA KOJI SE NAVODI MOŽE BITI NAJVİŞE DVOSTRUKO VEĆI OD BROJA SURADNIKA SA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU)

6 (2x3) odabralih radova objavljenih u CC časopisima od 2007. do 2013.:

- M. Pavićić, "Nondestructive Interaction-Free Atom-Photon Controlled-NOT Gate," Physical Review A 75, 032342 (2007); Impact Factor: 3.042; Quartile: Q1  
M. Pavićić, B. D. McKay, N. D. Megill, and K. Fresl, "Graph Approach to Quantum Systems," Journal of Mathematical Physics 51, 102103 (2010); Impact Factor: 1.296; Quartile: Q2  
M. Pavićić, N. D. Megill, and J.-P. Merlet, "New Kochen-Specker Sets in Four Dimensions," Physica Letters A 374, 2122 (2010); Impact Factor: 1.766; Quartile: Q2  
M. Pavićić, "Entanglement and Superdense Coding with Linear Optics," International Journal of Quantum Information 9, 1737 (2011); Impact Factor: 0.918; Quartile: Q2  
N. D. Megill, K. Fresl, M. Waegell, P. K. Aravind, and M. Pavićić, "Probabilistic Generation of Quantum Contextual Sets," Physics Letters A 375, 3419 (2011); Impact Factor: 1.766; Quartile: Q2  
M. Pavićić, "In quantum direct communication an undetectable eavesdropper can always tell  $\Psi$  from  $\Phi$  Bell states in the message mode," Physical Review A 87, 042326 (2013); Impact Factor: 3.042; Quartile: Q1

Knjiga:

- M. Pavićić, "Companion to Quantum Computation and Communication," Wiley-VCH, Weinheim (2013).



Sveučilište u  
Zagrebu

**IZJAVA**

**POTPISOM POTVRĐUJEM DA NAVEDENO ISTRAŽIVANJE NIJE FINANCIRANO IZ DRUGIH IZVORA  
(OSIM MZOS PROJEKATA)**

Zagreb, 18.9.2013.  
**MJESTO I DATUM  
(DEKANA)**



POTPIS VODITELJA

  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ZAGREB - GRABEVINSKI FAKULTET  
POTPIS ČELNIKA