

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/113



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z1-4260
Naslov projekta	Meritev absolutnega razvejitenega razmerja leptonskih razpadov mezonov D(s) in razpadne konstante $f_D(s)$
Vodja projekta	25620 Anže Zupanc
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	3400
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.02 Fizika 1.02.06 Eksperimentalna fizika osnovnih delcev
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.03 Fizika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Natančne meritve elementov matrike CKM nam omogočajo razumevanje fizike okusa v Standardnem Modelu (SM) ter nam odpirajo vrata do procesov nove fizike pri visokih energijah. Pri izvedenju parametrov matrike CKM, fundamentalnih parametrov SM, pogosto potrebujemo izračune kvantne kromodinamike (QCD) na mreži, saj moramo za natančen opis šibke interakcije med kvarki vključiti tudi efekte vezave kvarkov v hadronih. Zelo pomembno je, da te teoretične izračune eksperimentalno preverimo ter potrdimo. Nekateri modeli nove fizike vplivajo na pogostost leptonskih razpadov mezonov Ds. Natančna meritev razpadne konstante f_{Ds} in ujemanje s teoretično napovedjo lahko torej

potrdi tudi veljavnost teoretičnih izračunov razpadne konstante mezonov B, ki predstavlja parameter izrednega pomena v fiziki B mezonov. Kakršnokoli odstopanje izmerjene vrednosti razpadne konstante f_{Ds} od pričakovane vrednosti v SM bi torej impliciralo obstoj delcev in procesov, ki niso del SM. V primeru da pa se meritve ujemajo z napovedmi SM, lahko omejimo vrednosti parametrov teh novih modelov ali jih celo izločimo kot možne nadgradnje SM.

Hadronski razpadi $D_{s+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+$ in $K^0 K^+$ predstavljata referenčna razpadna načina v meritvah vseh preostalih razvejitenih razmerij mezonov D_{s+} . Natančne meritve razvejitenih razmerij mezonov D_{s+} pravtako izboljšajo naše razumevanje ter poznavanje razpadov mezonov B(s), ki vključujejo razpade D_{s+} . V primeru meritev razvejitenih razmerij mezonov Bs opravljenih s eksperimentom LHCb je eden od pomembnih virov sistematične napake ravno $Br(D_{s+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+)$, ki vstopa v meritve preko fragmentacijskih deležev f_s/f_d . Do sedaj je meritve razvejitenih razmerij hadronskih razpadov mezonov D_{s+} opravila samo raziskovalna skupina CLEO in je torej pomembno, da opravimo neodvisne meritve.

Hadronski razpad $\Lambda_{c+} \rightarrow pK\pi^+$ predstavlja referenčni razpadni način pri vseh meritvah preostalih razvejitenih razmerij barionov Λ_{c+} . Poleg tega, je razpad $\Lambda_{c+} \rightarrow pK\pi^+$ eksperimentalno najbolj pogosto uporabljen razpadni način barionov Λ_{c+} , ki nastopajo v razpadnih verigah inkluzivnih ter ekskluzivnih meritvah mezonov in barionov s kvarkom b ter meritvah fragmentacijskih deležev kvarkov c in b. Natančna meritev razvejitenega razmerja razpadov $\Lambda_{c+} \rightarrow pK\pi^+$ lahko torej bistveno izboljša natančnost izmerjenih razvejitenih razmerij preostalih razpadov barionov Λ_{c+} in tudi razpadov mezonov in barionov s kvarkom b, ki vključujejo Λ_{c+} .

ANG

Precise determination of the CKM quark mixing matrix leads to a deeper understanding of the flavor structure in the SM and provides a portal to New Physics (NP) processes at higher energy scales. Many of the constraints on the CKM unitarity triangle given by the precise experimental results on decays of B mesons rely on lattice gauge theory (LQCD) calculations of quantities that parameterize nonperturbative QCD contributions to weak decays and mixing. Among these quantities, the pseudoscalar meson decay constants play an important role. In some NP scenarios, the leptonic decay rates of the D_{s+} mesons could also be modified although the expected effects are smaller than in the B meson sector. Measurements of leptonic decays of charmed hadrons therefore enable precision tests of LQCD calculations of decay constants performed in the charm sector and can provide additional constraints on NP. In the context of the SM, a measurement of $B(D_{s+} \rightarrow l^+ \nu_{ell})$ determines the D_{s+} meson decay constant (f_{Ds}) since the magnitude of the CKM matrix element $|V_{cs}|$ is precisely determined from other measurements and the assumption that the CKM matrix is unitary. Within the SM, f_{Ds} has been predicted using several methods and most calculations give values lower than the f_{Ds} measurement although within theoretical and experimental uncertainties. Measurements of f_{Ds} with an accuracy that matches the precision of theoretical calculations are thus necessary to check and further constrain theoretical methods. Hadronic decays, $D_{s+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+$ and $K^0 K^+$ are the reference modes for the measurements of branching fractions of the D_{s+} decays to any other final state. In addition, precise measurements of the absolute hadronic D_{s+} meson branching fractions improve our knowledge of the B(s) decays involving D_{s+} . For Bs-decay branching fraction measurements performed at LHCb, the key systematic uncertainty is the ratio of fragmentation fractions f_s/f_d , whose experimental systematic error is dominated by $B(D_{s+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+)$. Normalization D_{s+} branching fractions have been measured so far only by CLEO. It is therefore important to provide new and independent measurements.

The hadronic decay $\Lambda_{c+} \rightarrow pK\pi^+$ is the reference mode for the measurements of branching fractions of the Λ_{c+} baryon to any other final state. In addition, this is the most common decay mode in studies where a Λ_{c+} baryon is included in the final state of the decay chain, such as the exclusive and inclusive decay rate measurements of b-flavored mesons and baryons or the measurements of fragmentation fractions of charm and bottom quarks. A precise measurement of the branching fraction of $\Lambda_{c+} \rightarrow pK\pi^+$ can therefore significantly improve the precision of branching fractions of other Λ_{c+} decays and also those of decays of b-flavored mesons and baryons involving Λ_{c+} .

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Izvedli smo meritve absolutnih razvejitenih razmerij leptonskih in hadronskih razpadov mezonov D_{s+} na celotnem vzorcu zajetim s spektrometrom Belle. V meritvi smo popolnoma rekonstruirali

dogodke tipa $e+e- \rightarrow c \text{ anti-}c \rightarrow D_{\text{tag}} K X_{\text{frag}} D_{s^{*+}}; D_{s^{*+}} \rightarrow D_{s^+} \gamma$ v dveh korakih. V prvem koraku smo inkluzivno rekonstruirali mezone D_{s^+} preko rekonstrukcije mezona D_{tag} , fragmentacijskega kaona K in dodatnih pionov, X_{frag} , ki nastanejo v procesu fragmentacije sistema $c \text{ anti-}c$. Četverec gibalne količine inkluzivno rekonstruiranih mezonov D_{s^+} , $p(D_s)$, določimo z uporabo pravila o ohranitvi gibalne količine ter energije in znanega začetnega in končnega stanja. Pravilno rekonstruirani dogodki tvorijo vrh okoli nominalne mase mezonov D_{s^+} v porazdelitvi manjkajoče mase, podane z $M_{\text{miss}}(D_{\text{tag}} K X_{\text{frag}} \gamma) = \sqrt{p(D_s)^2}$. Število inkluzivno rekonstruiranih mezonov D_{s^+} je $N(D_s) = 94360 \pm 1310(\text{stat.}) \pm 1450(\text{sist.})$, kjer je prva napaka statistična in druga sistematična.

Mezone D_{tag} , ki so lahko mezoni D_0 , D^+ , D^{*0} , in D^{*+} ter barioni Λ_c^+ rekonstruiramo v sledečih razpadnih načinih: $D_0 \rightarrow K \pi$, $K \pi \pi^0$, $K \pi \pi^+ \pi^-$, $K \pi \pi^+ \pi^0$, $\bar{K}^0 s \pi \pi$, $K^0 s \pi \pi$ π^0 , kar predstavlja 38% vseh razpadov mezonov D_0 . Mezone D^+ rekonstruiramo v sledečih razpadnih načinih: $K \pi \pi$, $K \pi \pi^0$, $K^0 s \pi$, $K^0 s \pi \pi^0$, $K^0 s \pi \pi^+ \pi^-$, $K K \pi$, kar predstavlja 28% vseh razpadov mezonov D^+ . Mezone D^{*0} rekonstruiramo v sledečih razpadnih načinih: $D_0 \gamma$ in $D_0 \pi^0$, ter mezone D^{*+} v sledečih razpadnih načinih: $D_0 \pi^+$ in $D^+ \pi^0$. Barione Λ_c^+ rekonstruiramo v sledečih razpadnih načinih: $p K \pi$, $p K \pi \pi^0$, $p K^0 s$, $\Lambda_c^+ \pi$, $\Lambda_c^+ \pi \pi^0$, $\Lambda_c^+ \pi \pi^+ \pi^-$, kar predstavlja 17% vseh razpadov barionov Λ_c^+ . Pri selekciji uporabimo sodobne metode podatkovnega rudarjenja: nevrolško mrežo NeuroBayes, ki smo jo naučili na pravih podatkih z metodo sPlot, kar omogoča visok izkoristek z nizkim prispevkom napačnih kombinacij. Pri izbiri kandidatov s pomočjo nevrolške mreže zavržemo med 70% do 85% napačno rekonstruiranih kandidatov (ozadje) in obržimo med 80% in 90% pravilno rekonstruiranih kandidatov (signal).

V drugem koraku meritve rekonstruiramo v inkluzivnem vzorcu mezonov D_{s^+} specifične razpade le teh. V primeru razpadov $D_{s^+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+$ zahtevamo, da preostanejo natanko tri nabite sledi v detektorju po inkluzivni rekonstrukciji, ki so konsistentne s kaonsko oziroma pionsko hipotezo. Število pravilno rekonstruiranih razpadov določimo s prilagajanjem funkcije na invariantno maso $m(KK\pi\gamma)$: $N(D_s \rightarrow KK\pi) = 4094 \pm 123(\text{stat.})$. Absolutno razvejitevno razmerje določimo preko relacije: $\text{Br}(D_s \rightarrow KK\pi) = N(D_s \rightarrow KK\pi)/N(D_s)/\text{eff}(D_s \rightarrow KK\pi)$, kjer je $\text{eff}(D_s \rightarrow KK\pi)$ izkoristek rekonstrukcije razpadov $D_{s^+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+$. Izmerjeno razvejitevno razmerje je: $\text{Br}(D_s \rightarrow KK\pi) = (5.06 \pm 0.15(\text{stat.}) \pm 0.21(\text{sist.}))\%$, ki se ujema s prejšnjimi meritvami.

Pri rekonstrukciji dvodelčnih hadronskih razpadov $D_{s^+} \rightarrow \text{anti-}K^0 K^+$ in $D_{s^+} \rightarrow \eta \pi^+$ zahtevamo, da preostane v detektorju zgolj ena nabita sled, ki je konsistentna ali s kaonsko ali pionsko hipotezo. Nevtralni kaon, anti- K^0 , oz. η mezon ne rekonstruiramo eksplicitno. Razpade tako identificiramo kot vrh pri kvadratu nominalne mase nevtralnega kaona oz. η mezona v porazdelitvi kvadrata manjkajoče mase v dogodka (pri tem kalibriramo simulacijo, da se ujema s podatki v resoluciji kvadrata manjkajoče mase ter s tem zmanjšamo sistematično napako meritve $\text{Br}(D_{s^+} \rightarrow \mu^+ \nu_{\mu})$): $N(D_s \rightarrow \text{anti-}K^0 K) = 2018 \pm 75$ in $N(D_s \rightarrow \eta \pi) = 788 \pm 59$. Izmerjeni razvejitevni razmerji sta: $\text{Br}(D_s \rightarrow \text{anti-}K^0 K) = (2.95 \pm 0.11(\text{stat.}) \pm 0.09(\text{sist.}))\%$ in $\text{Br}(D_s \rightarrow \eta \pi) = (1.82 \pm 0.14(\text{stat.}) \pm 0.07(\text{sist.}))\%$, ki se ujemata s prejšnjimi meritvami.

Razpade $D_{s^+} \rightarrow \mu^+ \nu_{\mu}$ rekonstruiramo tako, da zahtevamo, da preostane le ena nabita sled v detektorju, ki je konsistentna z mionsko hipotezo. Edini delec, ki ga ne rekonstruiramo v dogodka je nevtrino, tako da te razpade identificiramo kot vrh pri nič (masa nevtrina je namreč zanemarljivo majhna) v kvadratu manjkajoče mase v dogodka: $N(D_s \rightarrow \mu \nu_{\mu}) = 492 \pm 26$. Izmerjeno razvejitevno razmerje je: $\text{Br}(D_s \rightarrow \mu \nu_{\mu}) = (0.531 \pm 0.028(\text{stat.}) \pm 0.020(\text{sist.}))\%$, kar trenutno predstavlja najbolj natančno meritev te količine na svetu. Razpade $D_{s^+} \rightarrow \tau^+ \nu_{\tau}$ prav tako rekonstruiramo tako, da zahtevamo, da preostane le ena nabita sled v detektorju, ki je konsistentna z elektronsko, mionsko ali pionsko hipotezo. Leptone τ rekonstruiramo namreč v naslednjih razpadnih načinih: $\tau^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ anti- ν_{τ} , $\mu^+ \nu_{\mu}$ anti- ν_{τ} in π^+ anti- ν_{τ} . Ker sta prisotna v končnem stanju teh razpadov najmanj dva nevtrina, ti razpadi ne povzročijo vrha v porazdelitvi kvadrata manjkajoče mase. Namesto kvadrata manjkajoče mase tako uporabimo višek energije izmerjene v elektromagnetnem kalorimetru po rekonstrukciji celotnega dogodka. V primeru pravilne rekonstrukcije signalnih dogodkov pričakujemo, da ni viška energije (signalni dogodki imajo vrh pri nič), v primeru dogodkov ozadja pa nam ponavadi preostane višek energije (dogodki ozadja so približno enakomerno porazdeljeni od nič pa nekje do

2-3 GeV). Število rekonstruiranih $D_{s+} \rightarrow \tau^+ \nu_{\tau}$ razpadov je $N(D_s \rightarrow \tau \nu_{\tau}) = 2217 \pm 83(\text{stat.})$. Izmerjeno razvejitevno razmerje je: $\text{Br}(D_s \rightarrow \tau \nu_{\tau}) = (5.70 \pm 0.21(\text{stat.}) \pm 0.30(\text{sist.}))\%$, kar trenutno predstavlja najbolj natančno meritev te količine na svetu.

Meritev razvejitvenih razmerij leptonskih razpadov mezonov D_{s+} nam omogoča eksperimentalno določiti razpadno konstanto mezonov D_{s+} , f_{D_s} , preko zveze: $\text{Br}(D_{s+} \rightarrow l^+ \nu_l) = 1/8\pi \tau(D_{s+}) G_F^2 f_{D_s}^2 m_l^2 M(D_{s+})(1-m_l^2/M(D_{s+})^2)|V_{cs}|^2$, kjer je $M(D_{s+})$ masa mezona D_s , m_l masa leptona, $|V_{cs}|$ magnituda elementa matrike CKM, G_F Fermijeva sklopitvena konstanta in $\tau(D_{s+})$ življenski čas mezona D_{s+} . Vsi ti parametri so znani iz preostalih meritev. Izmerjene vrednosti razpadne konstante z razpadi $D_s \rightarrow \mu \nu$ in $D_s \rightarrow \tau \nu$ sta:

- $[D_s \rightarrow \mu \nu] : f_{D_s} = (249.8 \pm 6.6(\text{stat.}) \pm 4.7(\text{sist.}) \pm 1.7(\tau(D_{s+}))) \text{ MeV}$,
- $[D_s \rightarrow \tau \nu] : f_{D_s} = (261.9 \pm 4.9(\text{stat.}) \pm 7.0(\text{sist.}) \pm 1.8(\tau(D_{s+}))) \text{ MeV}$,

kjer je zadnja napaka zaradi napake na izmerjeni vrednosti življenjskega časa mezonov D_{s+} . Meritvi se ujemata v okviru napake. Povprečje obeh meritev, upoštevaje korelacijo med sistematičnimi napakami, je: $f_{D_s} = (255.5 \pm 4.2(\text{stat.}) \pm 4.8(\text{sist.}) \pm 1.8(\tau(D_{s+}))) \text{ MeV}$. Ta meritev trenutno predstavlja najbolj natančno meritev te količine na svetu in se ujema v okviru napake z najbolj natančno teoretično napovedjo.

Pravtako smo izvedli študijo občutljivosti meritve absolutnih razvejitvenih razmerij leptonskih razpadov mezonov D^+ na vzorcu podatkov zajetim s spektrometrom Belle ter v bližnji prihodnosti s spektrometrom Belle II (Belle II bo zbral 50-krat večji vzorec podatkov kot smo jih s spektrometrom Belle). V študiji smo na vzorcu simuliranih podatkov popolnoma rekonstruirali dogodke tipa $e^+e^- \rightarrow c \text{ anti-}c \rightarrow D_{\text{tag}} X_{\text{frag}} D^{*+}; D^{*+} \rightarrow D^* \pi^0$ v dveh korakih na enak način kot v zgoraj opisani meritvi. Ugotovili smo, da je možno inkuzivno rekonstruirati okoli 71 tisoč mezonov D^+ v vzorcu podatkov z integrirano luminoznostjo okoli enega inverznega atobarna (približna velikost vzorca podatkov s spektrometrom Belle). V vzorcu inkluzivno rekonstruiranih mezonov D^+ rekonstruiramo razpade $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_{\mu}$ na enak način kot smo rekonstruirali razpade $D_{s+} \rightarrow \mu^+ \nu_{\mu}$. Pravilno identificirane razpade identificiramo kot vrh pri nič v kvadratu manjkajoče mase v dogodku. Ocenili smo, da bi na vzorcu podatkov Belle rekonstruirali okoli 25 razpadov $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_{\mu}$ ter tako izmerili razvejitevno razmerje le teh s statistično natančnostjo meritve okoli 20%. Zaključili smo, da za meritev teh razpadov potrebujemo večji vzorec podatkov, ki pa bo na voljo v bližnji prihodnosti. Rezultate te študije smo predstavili na mednarodni konferenci KEK Flavor Factory Workshop, marca 2013, v vabljenem predavanju z naslovom "Charm Tagging – and prospects for studying rare charm decays with missing energy at Belle II".

Zaradi izjemne uspošnosti razvitih orodij za inkuzivno rekonstrukcijo hadronov s kvarkom c , smo se kot prvi na svetu lotili modelsko neodvisne meritve razvejitvenega razmerja razpadov barionov Λ_{c^+} v $p K^- \pi^+$. To razvejitevno razmerje je bilo do sedaj izmerjeno le z modelsko odvisnimi metodami, kar pomeni, da je imela izmerjena vrednost veliko sistematično napako (25%). Le ta je omejevala vrsto drugih meritev, ki potrebujejo za izvednotenje rezultatov razvejitevno razmerje $\text{Br}(\Lambda_{c^+} \rightarrow p K^- \pi^+)$ kot vhodni parameter. Podobno kot prej rekonstruiramo $e^+e^- \rightarrow c \text{ anti-}c$ dogodke, ki vsebujejo Λ_{c^+} barione, ustvarjene v sledečih reakcijah: $e^+e^- \rightarrow c \text{ anti-}c \rightarrow D^{(*)-} \text{ anti-}p \pi^+ \Lambda_{c^+}$, v dveh korakih. V prvem koraku rekonstruiramo samo sistem delcev $D^{(*)-} \text{ anti-}p \pi^+$ ter tako inkluzivno rekonstruiramo Λ_{c^+} , katerih število določimo s prilagajanjem porazdelitve v manjkajoče mase $M_{\text{miss}}(D^{(*)-} \text{ anti-}p \pi^+)$. Pravilno rekonstruirani dogodki tvorijo vrh pri nominalni masi bariona Λ_{c^+} . V drugem koraku meritve zahtevamo, da so v preostanku dogodka prisotne samo tri sledi: proton, kaon in pion ter da je njihova invariantna masa konsistentna z nominalno maso barionov Λ_{c^+} . V celotnem vzorcu podatkov zajetem z spektrometrom Belle smo inkluzivno rekonstruirali $36447 \pm 432(\text{stat.})$ barionov Λ_{c^+} . V tem vzorcu smo v drugem koraku meritve rekonstruirali $1359 \pm 45(\text{stat.})$ razpadov $\Lambda_{c^+} \rightarrow p K^- \pi^+$ ter tako določili razvejitevno razmerje le teh, da je $\text{Br}(\Lambda_{c^+} \rightarrow p K^- \pi^+) = (6.84 \pm 0.24(\text{stat.}) + 0.21-0.27(\text{sist.}))\%$. Natančnost te meritve presega natančnost prejšnjih za faktor pet. Meritev bo tako imela signifikanten vpliv na množico meritev razvejitvenih razmerij barionov Λ_{c^+} ter razpadov mezonov in barionov s kvarkom b , ki vključujejo barion Λ_{c^+} v razpadni verigi.

Pri pripravi rezultatov je nosilec projekta tesno sodeloval s sodelavci mednarodne skupine Belle, posebej: Giovanni Bonvicini (Wayne State University, ZDA), Andrzej Bozek (Institute of Nuclear Physik PAN, Poljska), Hiromichi Kichimi in Takanori Hara (KEK, Japonska), Colin Bartel (Karlsruhe Institute of Technology, Nemčija), Nikolay Gabyshev (Budker Institute of Nuclear Physics, Russia), ter Jimm Libby (Indian Institute of Technology Madras, India).

Glede na program projekta, podan v predlogu, ocenjujemo da smo opravili vse zadane naloge.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Ocenjujemo, da smo v okviru projekta dosegli načrtovane eksperimentalne rezultate.

Izvedli smo meritve absolutnih razvejitenih razmerij hadronskih in leptonskih razpadov mezonov D_{s+} :

- $Br(D_{s+} \rightarrow K^+ K^- \pi^+) = (5.06 \pm 0.15(\text{stat.}) \pm 0.21(\text{sist.}))\%$,
- $Br(D_{s+} \rightarrow \text{anti-}K^0 K^+) = (2.95 \pm 0.11(\text{stat.}) \pm 0.09(\text{sist.}))\%$,
- $Br(D_{s+} \rightarrow \eta \pi^+) = (1.82 \pm 0.14(\text{stat.}) \pm 0.07(\text{sist.}))\%$,
- $Br(D_{s+} \rightarrow \mu^+ \nu_\mu) = (0.531 \pm 0.28(\text{stat.}) \pm 0.20(\text{sist.}))\%$,
- $Br(D_{s+} \rightarrow \tau^+ \nu_\tau) = (5.70 \pm 0.21(\text{stat.}) \pm 0.30(\text{sist.}))\%$.

Izmerjena vrednost $Br(D_{s+} \rightarrow \mu^+ \nu_\mu)$ se ujema z rezultatom meritve skupine Belle opravljene pred tem na približno polovičnem vzorcu podatkov, a jo prekaša v natančnosti za okoli faktor tri, kar je dvakrat več, kot bi pričakovali samo zaradi razilke v velikosti vzorcev. Meritve razvejitenih razmerij leptonskih razpadov mezonov D_{s+} so najbolj natančne.

Razmerje razvejitenih razmerij $R = Br(D_{s+} \rightarrow \tau^+ \nu_\tau) / Br(D_{s+} \rightarrow \mu^+ \nu_\mu) = (10.73 \pm 0.69(\text{stat.}) \pm 0.55(\text{sist.}))$ se ujema z napovedjo v SM in je v skladu s hipotezo o univerzalnosti leptonov.

Iz izmerjenih vrednosti absolutnih razvejitenih razmerij razpadov $D_{s+} \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ in $D_{s+} \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$ lahko določimo vrednost razpadne konstante mezonov D_{s+} : $f_{Ds} = (255.5 \pm 4.2(\text{stat.}) \pm 4.8(\text{syst}) \pm 1.8(\tau_{Ds}))$, kjer je zadnja napaka zaradi napake življenjskega časa mezonov D_{s+} . To je najnatančnejša meritev razpadne konstante mezonov D_{s+} do tega trenutka. Izmerjena vrednost se v okviru napake z najnatančnejšo napovedjo v okviru SM in izračunana na mreži.

V vzorcu podatkov, ki smo jih analizirali, nismo odkrili dokazov o obstoju razpadov $D_{s+} \rightarrow e^+ \nu_e$ ter tako postavili najbolj strogo zgornjo mejo na razvejitveno razmerje le teh: $Br(D_{s+} \rightarrow e^+ \nu_e) < 8.3 \times 10^{-5}$ pri 90% stopnji zaupanja.

Izvedli smo prvo modelsko neodvisno meritev absolutnega razvejitenega razmerja razpadov $\Lambda_{bc}^+ \rightarrow p K^- \pi^+$ na celotnem vzorcu podatkov zajetih z detektorjem Belle. Izmerili smo $Br(\Lambda_{bc}^+ \rightarrow p K^- \pi^+) = (6.84 \pm 0.24(\text{stat.}) + 0.21 - 0.27(\text{sist.}))\%$. Natančnost meritve prekaša za faktor pet natančnost prejšnjih modelsko odvisni meritev. Izvedena meritev bo bistveno izboljšala natančnost razvejitenih razmerij preostalih razpadov barionov Λ_{bc}^+ ter razpadov mezonov in barionov s kvarkom b ali c, ki vključujejo razpad $\Lambda_{bc}^+ \rightarrow p K^- \pi^+$.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Program ter cilj raziskovalnega projekta se ni spremenil.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	27099175	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Meritev absolutnega razvejitenega razmerja leptonskih in hadronskih razpadov mezonov D_{s+} in določitev razpadne konstante meyonov D_{s+}	
		Measurements of branching fractions of leptonic and hadronic D_{s+}	

		ANG	+ meson decays and extraction of the $D_s^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ meson decay constant
Opis	SLO		Najbolj natančna meritev absolutnih razvejitenih razmerij leptonskih razpadov mezonov D_s^+ in razpadne konstante mezonov D_s^+ . Slednja se ujema v okviru napake z najbolj natančnimi izračuni na mreži. Dokazov o obstoju redkih razpadov $D_s^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ nismo našli zato smo postavili najbolj ostro zgornjo mejo na razvejitveno razmerje le teh. Meritve absolutnih razvejitenih razmerij hadronskih razpadov $K-K+\pi^+$, $K^0 K^+$ in $\eta \pi^+$ se ujemajo z meritvami opravljenih s podatki eksperimenta CLEO.
		ANG	Most precise measurement of the branching fractions of leptonic D_s^+ decays and the D_s^+ meson decay constant. The latter is found to be in agreement with the most precise lattice QCD calculation. No evidence for $D_s^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ decays is found and the most stringent upper limit of $B(D_s^+ \rightarrow e^+ \nu_e)$ is set. The absolute branching fractions of hadronic decays to $K-K+\pi^+$, $K^0 K^+$, and $\eta \pi^+$, are in agreement with the measurements performed by CLEO.
	Objavljeno v		Società italiana di fisica; The Journal of high energy physics; 2013; Vol. 2013, no. 9; str. 139-1-139-35; Impact Factor: 5.618; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.384; A': 1; WoS: UP; Avtorji / Authors: Zupanc Anže, Bračko Marko, Golob Boštjan, Klučar Jure, Korpar Samo, Križan Peter, Pestotnik Rok, Petrič Marko, Starič Marko, Šantelj Luka
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Opis	Naslov	SLO	Meritev razvejitenega razmerja $Br(\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+)$
		ANG	Measurement of the Branching Fraction $Br(\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+)$
	SLO		Prva modelsko neodvisna meritev razvejitenega razmerja $Br(\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+)$ z natančnostjo, ki je 5x boljše od prejšnjih modelsko odvisnih meritev. Hadronski razpadi $\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+$ so referenčni razpadi pri meritvah vseh ostalih razvejitenih razmerij razpadov barionov Λ_c^+ . Poleg tega so ti razpadi najbolj pogosto uporabljeni v meritvah, ki vključujejo Λ_c^+ v razpadni verigi, kot so inkulzivne ali ekskluzivne meritve pogostosti razpadov hadronov s kvarkom c ali b ali meritve fragmentacijskih deležev kvarkov c in b.
Objavljeno v	ANG		First model-independent measurement of the absolute branching fraction of the decay $\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+$, which represents a fivefold improvement in precision over previous model-dependent determinations. The hadronic decay $\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+$ is the reference mode for the measurements of branching fractions of the Λ_c^+ baryon to any other final state. In addition, this is the most common decay mode in studies where a Λ_c^+ baryon is included in the final state of the decay chain, such as the exclusive and inclusive decay rate measurements of b-flavored mesons and baryons or the measurements of fragmentation fractions of charm and bottom quarks.
			Članek je poslan v objavo v Physical Review Letters, Impact Factor: 7.943; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Začasna referenca je http://arxiv.org/abs/1312.7826 .
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo

	Naslov	SLO	Eksperiment Belle II	
		ANG	The Belle II experiment	
	Opis	SLO	Vabljen predavnik na mednarodni konferenci XXVIII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile, Italija, februar 2014	
		ANG	Invited talk at the XXVIII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile, Italy, February 2014	
	Šifra		B.04	Vabljen predavnik
	Objavljeno v		Znanstveni prispevek na konferenci je v pripravi.	
	Tipologija		1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavnik)
2.	COBISS ID		27296039	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Rare B meson decays at B-factories, CKM matrix and CP violation, CP violation in B0 system, D0 - D0bar mixing, Measurements of the unitarity triangle angles	
		ANG	Rare B meson decays at B-factories, CKM matrix and CP violation, CP violation in B0 system, D0 - D0bar mixing, Measurements of the unitarity triangle angles	
	Opis	SLO	Sklop predavanj na temo eksperimentalne fizike osnovnih delcev	
		ANG	Lectures on experimental particle physics	
	Šifra		B.05	Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v		Karlsruhe Institute of Technology; 2013; Avtorji / Authors: Zupanc Anže	
	Tipologija		3.14	Predavanje na tuji univerzi

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

- 1.) Sovodja raziskovalne skupine fizike hadronov s kvarkom c pri mednarodni raziskovalni skupini Belle. Skupina šteje med 40 in 50 aktivnih članov in opravlja širok spekter meritev, od meritev razpadov mezonov s kvarkom c, spektroskopije hadronov s kvarkom c ter resonanc s kvarkoma c $\bar{c}$, pa do meritev, ki iščejo kršitev simetrije CP v razpadih s kvarkom c.
- 2.) Sovodja raziskovalne skupine Leptonskih in Semi-leptonskih razpadov mezonov B pri mednarodni raziskovalni skupini Belle II.
- 3.) Vodja razvoja programske opreme za potrebe fizikalnih analiz pri mednarodni raziskovalni skupini Belle II.
- 4.) "Experimental results on leptonic and semileptonic decays", pregledno predavanje na mednarodni konferenci International Workshop on Charm Physics, Manchester, Anglija, 2013.
- 5.) "Charm tagging at (Super) B factories" vabljen predavnik na mednarodni konferenci KEK Flavor Factory Workshop, Tsukuba, Japonska, 2013.
- 6.) "Ds⁺ $\rightarrow$ ell nu decays (B factories review)", pregledno predavanje na mednarodni konferenci International Workshop on the CKM Unitarity Triangle, Cincinnati, Ohio, ZDA, 2012.
- 7.) "New Belle result on f_{Ds}", predavanje na mednarodni konferenci International Workshop on Charm Physics, Honolulu, Hawai'i, ZDA, 2012.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Pri izvedenosti fundamentalnih parametrov katerekoli teorije osnovnih delcev in interakcij med njimi potrebujemo izračune kvantne kromodinamike (QCD) na mreži, saj moramo za natančen opis šibke interakcije med kvarki oz. katerekoli druge interakcije, ki vpliva na okus kvarkov, vključiti tudi efekte vezave kvarkov v hadronih. Te izračune je potrebno preveriti z različnimi eksperimentalnimi opazljivkami. Natančno izmerjena vrednost razpadne konstante mezonov D_{s^+} to omogoča. Meritev hkrati tudi dovoljuje oz. postavlja omejitve možnih vrednosti parametrov teoretičnih modelov, ki opisujejo procese in delce izven trenutno preverjenega Standardnega modela osnovnih sil med delci.

Izmerjene vrednosti razvejitenih razmerij hadronskih razpadov mezonov D_{s^+} ter barionov Λ_{c^+} bodo omogočali natančnejše meritve razpadov hadronov s kvarkom b , ki potekajo na velikeh hadronskem trkalniku LHC v Cernu.

ANG

In order to extract fundamental parameters of any theory of elementary particles and interactions between them we need to use predictions and calculations on the lattice of effects of quantum chromodynamics. These theoretical calculations need to be thoroughly tested by as many experimental observables as possible. Precise measurement of D_{s^+} meson decay constant enables such tests to be performed. In addition, the measurement enables to constrain possible values of the parameters included in models that describe the processes and particles beyond the currently verified Standard Model of particles and interactions among them.

The measured values of branching fractions of hadronic D_{s^+} meson and Λ_{c^+} baryon decays will enable more precise measurements of various b -quark hadrons to be performed at the large hadron collider LHC at CERN.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Neposredni vpliv osnovnih raziskav na razvoj je težko določiti, a vendar lahko nekatere pri raziskavah uporabljene tehnike in orodja apliciramo tudi izven znanstvenega delovanja. Primera sta dva: računalniške tehnologije Grid in podatkovno rudarjenje. Za uspešno izvedbo projekta smo uporabljali lokalni računalniški center, ki je del virtualne organizacije Belle. Trenutno je omenjeni center v fazi nadgradnje, v center za izrabo tehnologije Grid pri bodočih meritvah z detektorjem Belle II. Pri izvedbi projekta smo uporabili najmodernejše metode podatkovnega rudarjenja, ki se že pogosto uporabljajo v industriji s področja informacijskih tehnologij.

Še pomembnejši vpliv ima na razvoj stik z vrhunskimi raziskavami in tehnologijami, kjer se znanje preko pedagoškega procesa v visokem šolstvu prenaša na študente (preko seminarjev, diplomskih, magistrskih nalog ter doktorskih raziskav).

Nenazadnje so odlični rezultati raziskav dobra promocija Slovenije ob stiku raziskovalcev na mednarodnih konferencah, v mednarodni raziskovalni skupini Belle, kot preko člankov v mednarodnih revijah.

ANG

While the direct influence of the basic research on the development is difficult to estimate, some of the tools and methods used in this project can be applied to the outside pure scientific fields. An example are the Grid computing technology and data mining. To successfully finish the project we have used a local computing cluster that is a part of the Belle virtual organization. Currently the computing cluster is in the process of upgrade to a center that will be exploited for the analysis of data collected with the Belle II detector. Data mining techniques used in this project are as well more and more often used in the information technology industry.

Probably even more important impact arises from the continuing involvement in the cutting-edge research efforts and technology used in the experiments, where the accumulated knowledge is transferred to students through the pedagogical work at university (in form of seminars, bachelor and master thesis or PhD research).

Last but not least, state of the art scientific results represent a promotion of Slovenia through regular contacts among worldwide community of scientists at the international conferences, within the international Belle collaboration and through publication of papers in the international scientific journals.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri 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 upravljaljskih 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 in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega 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 sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	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		

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Glej prilogo.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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 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:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Anže Zupanc

ŽIG

Kraj in datum: Ljubljana 14.4.2014

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/113

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ 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, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ 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](#)

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

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite 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](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2014 v1.03
72-E6-BB-7D-46-50-C4-90-FC-60-64-F7-86-DA-5E-47-AB-55-14-08