

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Témy dizertačných prác

1. Bose-Einsteinove korelácie s použitím rôznych referenčných vzoriek vo vysoko-energetických protón-protónových zrážkach v experimente ATLAS.....	2
2. Meranie nábojovej asymetrie v top-kvarkovej párovej produkcii na experimente ATLAS.....	4
3. Oneskorené štiepenie po beta premene neutrónovo deficitných izotopov zlata.....	6
4. Oscilácie neutrín a bezneutrínový dvojité beta rozpad jadier.....	8
5. Rádiouhlík v životnom prostredí: kozmické, klimatické a antropogénne aspekty.....	9
6. Radón v domoch – zdroje, ventilácia, radiačné riziká.....	10
7. Radón vo vonkajšej atmosfére Slovenska.....	11
8. Radón v zložkách životného prostredia.....	13
9. Štúdium zriedkavých jadrových procesov v podzemných laboratóriách.....	14
10. Vývoj metód radónovej diagnostiky pobytových priestorov.....	15

Dissertation Thesis Descriptions

1. Beta-delayed fission of neutron-deficient gold isotopes.....	6
2. Bose-Einstein correlations using various reference distributions in high energy proton-proton collisions in the ATLAS experiment.....	2
3. Development of radon diagnosis methods of buildings.....	15
4. Measurement of the charge asymmetry in the top-quark pair production at the ATLAS experiment.....	4
5. Oscillation of neutrinos and neutrinoless double-beta decay.....	8
6. Radiocarbon in the environment: cosmic, climatic and anthropogenic aspects.....	9
7. Radon in components of the environment.....	13
8. Radon in houses – sources, ventilation, radiation risks.....	10
9. Radon in the outdoor atmosphere of Slovakia.....	11
10. Study of rare nuclear processes in underground laboratories.....	14

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / *Title*

Bose-Einsteinove korelácie s použitím rôznych referenčných vzoriek vo vysoko-energetických protón-protónových zrážkach v experimente ATLAS

Bose-Einstein correlations using various reference distributions in high energy proton-proton collisions in the ATLAS experiment

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

anglický / *English*

Školiteľ / *Tutor*

Mgr. Róbert Astaloš, PhD.

Konzultant / *Consultant*

prof. RNDr. Stanislav Tokár, DrSc.

Anotácia / *Annotation*

Medzi dôležité úlohy experimentov na LHC patria aj úlohy týkajúce sa silných interakcií, teda testov kvantovej chromodynamiky (QCD). Prítom osobitné miesto majú procesy s malou prenesenou hybnosťou, teda tzv. mäkká hadronová fyzika (soft QCD), ktorá bezprostredne súvisí s uväznením kvarkov. Efektívnym prostriedkom skúmania týchto procesov je štúdium časticových korelácií rôzneho druhu. My sa zaoberáme skúmaním efektu Bose-Einsteinových korelácií na súbore identických pi-mezónov, ktoré vznikajú pri protón-protónových zrážkach v experimente ATLAS pri ťažiskovej energii 7, 8 a 13 TeV, v prípade že to umožní program LHC aj vyššej. BEC efekt sa prejavuje zvýšením počtu identických bozónov, ktoré sa nachádzajú blízko seba vo fázovom priestore. Blízkosť častíc vo fázovom priestore je kvantifikovaná Lorentzovsky invariantnou veličinou Q , ktorá predstavuje veľkosť rozdielu ich štvorhybností. Pre účely vyhodnotenia experimentu sa počíta pomer rozdelenia Q pre páry identických častíc a rozdelenia Q pre páry častíc z referenčnej vzorky, ktorá je vybraná tak, aby neobsahovala Bose-Einsteinove korelácie, ani žiadne ďalšie korelácie, ktoré neobsahuje signálna vzorka. Efekt Bose-Einsteinových korelácií je pozorovateľný ako posilnenie tohto pomeru v regióne malých hodnôt Q . Cieľom práce je analyzovať dvojčasticové (Bose-Einsteinove) korelácie medzi identickými časticami s dôrazom na preskúmanie rôznych druhov referenčných rozdelení (predovšetkým viacero možností miešania eventov) a pokúsiť sa nájsť optimálne rozdelenie pre meranie Bose-Einsteinových korelácií. Pomocou efektu Bose-Einsteinových korelácií je možné určiť časovopriestorové charakteristiky zdroju pi-mezónov (a teda vlastne efektívny polomer oblasti hadonizácie vznikajúcej pri zrážkach protónov na LHC). Hodnoty parametrov budú získané fitovaním experimentálnej korelačnej funkcie pomocou teoretických korelačných funkcií zodpovedajúcich rôznym modelom. V prípade požiadavky kolaborácie ATLAS sme rýchlo schopní adaptovať prácu na riešenie aj iných problémov soft QCD.

Important tasks in experiments along LHC include studies of strong interaction, hence tests of quantum chromodynamics (QCD). At the same time, processes with low transferred momentum have a special place, so-called soft QCD physics, which is directly related to quark confinement. An effective means of studying these processes is the study of particle correlations of various kinds. We are engaged in studying of the effect of Bose-Einstein correlations among identical pions, created in proton-proton collisions in the ATLAS experiment at center-of-mass energies of 7, 8 and 13 TeV and possible higher if the plan of LHC will enable it. The BEC effect is manifested by an increase of the number of the identical bosons close to each other in the phase space, which is quantified by a Lorentz-invariant variable Q , representing their four-momentum difference modulus. For experimental evaluation, a ratio of Q distributions is calculated for pairs of identical particles and

for reference sample created the way that it does contain neither Bose-Einstein correlations nor any other correlations not present in the signal sample. The Bose-Einstein correlations effect is observed as an increase of this ratio for small Q values. The goal of the thesis is to analyze two-particle (Bose-Einstein) correlations among identical particles with emphasis on study of various reference distributions (in particular various event mixing techniques) with aim to find an optimal distribution for the measurement of the Bose-Einstein correlations. The Bose-Einstein correlations effect can be used to determine the time-space characteristics of the pion source (and thus the effective radius of the hadronization region created in the proton collisions at the LHC). Parameter values should be obtained by fits of experimental correlation function with theoretical correlation functions representing various models. If required by the ATLAS collaboration, we are able to quickly adapt the thesis to solve other soft QCD problems as well.

Ciel' / Aim

Analyzovať dvojčasticové (Bose-Einsteinove) korelácie medzi identickými časticami (bozónmi) s využitím nasimulovaných a experimentálnych dát získaných pre častice vznikajúce v protón-protónových zrážkach v experimente ATLAS na urýchľovači LHC. Analýza bude zahŕňať aj trojrozmerný prístup a vyšetrenie iných referenčných vzoriek (predovšetkým miešanie eventov). Pokiaľ to bude odpovedať plánu LHC, práca sa bude zaoberať aj zrážkami pri vyšších energiách. V prípade požiadavky kolaborácie ATLAS sme rýchlo schopní adaptovať prácu na riešenie aj iných problémov soft QCD.

To analyse two-particle (Bose-Einstein) correlations among identical particles (bosons) using simulated and reconstructed experimental data obtained in proton-proton collisions in the ATLAS experiment at LHC in CERN. The analysis should contain also a three-dimensional approach and various reference samples (in particular event mixing techniques). Provided the LHC plan will enable it, the thesis should also investigate collisions at higher energies. If required by the ATLAS collaboration, we are able to quickly adapt the thesis to solve other soft QCD problems as well.

Literatúra / Literature

R.M. Weiner, Introduction to Bose-Einstein Correlations and Subatomic Interferometry, Wiley, Chichester, 1999 R.M. Weiner, Phys. Rep. 327 (2000) 249-346 Gideon Alexander, Rep. Prog. Phys. 66 (2003) 481522

R.M. Weiner, Introduction to Bose-Einstein Correlations and Subatomic Interferometry, Wiley, Chichester, 1999 R.M. Weiner, Phys. Rep. 327 (2000) 249-346 Gideon Alexander, Rep. Prog. Phys. 66 (2003) 481522

Kľúčové slová / Keywords

Bose-Einsteinove korelácie, bozóny, mäkké QCD procesy, experiment ATLAS
Bose-Einstein correlations, bosons, soft QCD processes, ATLAS experiment

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / *Title*

Meranie nábojovej asymetrie v top-kvarkovej párovej produkcii na experimente ATLAS
Measurement of the charge asymmetry in the top-quark pair production at the ATLAS experiment.

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

anglický / *English*

Školiteľ / *Tutor*

Mgr. Pavol Bartoš, PhD.

Konzultant / *Consultant*

Mgr. Oliver Majerský, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Top kvark je najťažším kvarkom Štandardného modelu a na Veľkom Hadrónovom urýchľovači je produkovaný najmä v pároch top, anti-top kvark. Podľa Štandardného modelu je táto produkcia nábojovo symetrická v základnom ráde poruchovej teórie, no po zahrnutí korekcií vyšších rádov je predpovedaná malá asymetria. Hodnota nábojovej asymetrie je však citlivá na efekty novej fyziky za Štandardným modelom. Experiment ATLAS doposiaľ publikoval meranie nábojovej asymetrie v tzv. leptón+jetovom kanáli založené na analyzovaní protón-protónových zrážok s energiou zrážky 13 TeV. Výsledky tohto merania boli porovnané s predpoveďou Štandardného modelu, no zároveň boli interpretované v Efektívnej teórii poľa. Ukázalo sa, že nie len inkluzívne meranie, ale aj diferenciálne meranie v závislosti od invariantnej hmotnosti top-kvarkového páru hrajú významnú úlohu pri určovaní limitov pre tzv. Wilsonove koeficienty, ktoré odrážajú vklad novej fyziky za Štandardným modelom. V tejto práci sa chceme zamerať na meranie nábojovej asymetrie v tzv. hadrónovom rozpadovom kanáli top kvarkovej párovej produkcie, so zameraním sa na top kvarky s vysokou priečnou hybnosťou. Keďže sa jedná o nové meranie, práca by zahŕňala niektoré z nasledovných čiastočných úloh: optimalizácia selekcie eventov, tréningovanie neurónovej siete na rozlíšenie top a anti-top kvarkov, s tým súvisiace štúdium modelovacích neistôt a unfolding. Kombinácia meraní v leptón+jetovom a hadrónovom kanáli by viedla k výraznému zvýšeniu štatistiky eventov s vysokou invariantnou hmotnosťou top kvarkových párov a teda aj k zlepšeniu sensitivity určenia Wilsonových koeficientov. Ak by sa na Veľkom Hadrónovom urýchľovači pokračovalo v protón-protónových zrážkach na 13 TeV v Run-e 3, bolo by možné rozšíriť štatistiku v oboch rozpadových kanáloch.

The top quark is the heaviest quark of the Standard model. At the Large Hadron Collider, it is produced mainly in pairs (top, antitop quarks). In the Standard Model, the top-quark pair production is symmetric under charge conjugation at the leading order; however including the higher-order corrections leads to a non-zero predicted asymmetry. The charge asymmetry is sensitive to effects of a new physics beyond the Standard Model. Lately, experiment ATLAS published charge asymmetry measurement in lepton+jets decay channel using proton-proton collisions at 13 TeV. The results are compared with the Standard Model prediction as well as they are interpreted in Effective field theory. It has been shown that in addition to the inclusive measurement, also the differential measurement using the invariant mass of top anti-top pair plays important role in estimation of the limits on so-called Willson coefficients, which represent contribution of a new physics beyond the Standard Model. The aim of this thesis is to measure the charge asymmetry in the all-hadronic decay channel using the events with boosted top quarks. The thesis is focused of some of the following tasks: optimisation of the event selection, training of the neural network used to distinguish top quarks from anti-top quarks, study of the signal modelling systematic uncertainties and unfolding. Combination of the measurements in the lepton+jets and

all-hadronic channel would lead to non-negligible increase of the statistics of events with the high invariant mass of the top-quark pair. This would be followed by the enhanced sensitivity on Wilson coefficients. If the LHC will continue with the proton-proton interactions at 13 TeV, it would be possible to increase the statistics in both decay channels.

Ciel' / Aim

Štúdium inkluzívnej a diferenciálnej nábojovej asymetrie v top-kvarkovej párovej produkcii v hadrónovom rozpadovom kanáli.

Study of inclusive and differential charge asymmetry in the top-quark pair production using events from the all-hadronic decay channel.

Literatúra / Literature

1. M. Beneke et al., Top Quark Physics, Proc. of the Workshop on Standard Model Physics at LHC, CERN 2000-004 2. The ATLAS collaboration, Expected Performance of the ATLAS Experiment, CERN-OPEN-2008-020, Geneva 2009 3. J.F. Donoghue, E. Golowich and B.R. Holstein, Dynamics of the Standard Model, Cambridge University Press, New York 1992

1. M. Beneke et al., Top Quark Physics, Proc. of the Workshop on Standard Model Physics at LHC, CERN 2000-004 2. The ATLAS collaboration, Expected Performance of the ATLAS Experiment, CERN-OPEN-2008-020, Geneva 2009 3. J.F. Donoghue, E. Golowich and B.R. Holstein, Dynamics of the Standard Model, Cambridge University Press, New York 1992

Poznámka / Comment

Programátorské zručnosti (python, C++) a znalosť teórie sú vítané

Programing skills (python, C++) and knowledge of theory are welcome.

Kľúčové slová / Keywords

Nábojová asymetria, top kvark, hadrónový rozpad, ATLAS, Run 3

Charge asymmetry, top quark, hadronic decay, ATLAS, Run 3

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / *Title*

Oneskorené štiepenie po beta premene neutrónovo deficitných izotopov zlata
Beta-delayed fission of neutron-deficient gold isotopes

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

anglický / *English*

Školiteľ / *Tutor*

Mgr. Boris Andel, PhD.

Konzultant / *Consultant*

doc. Mgr. Stanislav Antalic, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Oneskorené štiepenie po beta premene poskytuje unikátne možnosti na výskum nízkoenergetického štiepenia (štiepenia stavov s relatívne nízkou excitačnou energiou) exotických jadier, pre ktoré by bolo extrémne ťažké alebo nemožné použiť iné metódy na výskum nízkoenergetického štiepenia. Teoretický opis vlastností nízkoenergetického štiepenia (ako napríklad hmotnostná distribúcia štiepných fragmentov, štiepne bariéry, pravdepodobnosť štiepenia) exotických jadier je extrémne náročný, preto informácie poskytované experimentálnym výskumom sú kľúčové pre testovanie a navádzanie teoretických modelov. Po nečakanom objave asymetrického štiepenia pre ^{180}Hg ($Z = 80$), pomocou výskumu oneskoreného štiepenia po beta premene ^{180}Tl , teoretické výpočty predpovedali rozsiahlejšiu oblasť asymetrického štiepenia v blízkosti tohto izotopu. Meranie hmotnostnej distribúcie štiepných fragmentov pre ^{178}Pt ($Z = 78$) bude sondovať hlbšie do tejto novej oblasti asymetrického štiepenia. Navyše, aj ^{178}Au aj ^{176}Au majú dva stavy podliehajúce beta premene, ktoré majú rôzne spiny. Keďže pri beta premene sa preferenčne obsadzujú stavy s rovnakým alebo podobným spinom ako mal pôvodný stav, samostatným meraním každého stavu v ^{178}Au a ^{176}Au bude zároveň možné skúmať spinovú závislosť štiepenia, ktorá naďalej zostáva otvorenou otázkou vrámci jadrovej fyziky.

Beta-delayed fission provides a unique means for investigation of low-energy fission (fission of states with relatively low excitation energy) of exotic nuclei, for which other low-energy fission studies would be extremely difficult or impossible. Theoretical description of low-energy fission properties (such as fission fragment mass distributions, fission barriers, probability of fission) of exotic nuclei is extremely challenging, therefore experimental studies provide valuable information for testing and guiding theoretical models. After unexpected discovery of asymmetric fission for ^{180}Hg ($Z = 80$), via beta-delayed fission study of ^{180}Tl , theoretical calculations predicted a larger region of asymmetric fission close to this isotope. Investigation of fission fragment mass distribution for ^{178}Pt ($Z = 78$) will probe farther into this new region of asymmetric fission. Moreover, in both ^{178}Au and ^{176}Au , there are two beta-decaying states with different spins. Since beta decay preferentially populates states with the same or similar spins as the initial state, by measuring beta-delayed fission of each state in ^{178}Au and ^{176}Au separately, it will be possible to investigate spin dependence of fission, which remains to be an open question in nuclear physics.

Cieľ / *Aim*

PhD projekt je zameraný na analýzu experimentálnych dát a fyzikálnu interpretáciu výsledkov. Experimenty budú realizované na experimentálnom zariadení ISOLDE v CERN (Švajčiarsko), kde máme aktuálne schválené návrhy meraní. Hlavné ciele budú zahŕňať analýzu a interpretáciu dát na oneskorené štiepenie po beta premene ^{178}Au a ^{176}Au , ktoré poskytnú informácie o nízkoenergetickom štiepení dcér po beta premene, ^{178}Pt a ^{176}Pt . PhD projekt zahŕňa aj účasť

na prebiehajúcich výskumných projektoch našej lokálnej skupiny, ktoré sú realizované v rámci medzinárodnej spolupráce. Od študenta sa očakáva, že sa bude podieľať na experimentálnych meraniach v jadrových výskumných zariadeniach v zahraničí, a že bude prezentovať výsledky na medzinárodných konferenciách.

The PhD project is aimed at analysis of experimental data and physical interpretation of the results. The experiments will be performed at experimental facility ISOLDE at CERN (Switzerland), where we have currently accepted proposals for measurements. Main goals will include analysis and interpretation of data on beta-delayed fission of ^{178}Au and ^{176}Au , which will provide information on low-energy fission of their beta-decay daughters, ^{178}Pt and ^{176}Pt . The PhD project also includes participation in ongoing research projects of our local group, which are carried out within international collaboration. Student is expected to take part in experimental measurements at nuclear research facilities abroad and to present results at international conferences.

Literatúra / Literature

W. D. Loveland, D. J. Morrissey a G. T. Seaborg, Modern Nuclear Chemistry, John Wiley & Sons, 2005. C. Wagemans, The Nuclear Fission Process, CRC Press, 1991. K. Heyde, Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics, Institute of Physics Publishing, 3rd edition 2004. K. S. Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons, 1988. P. Van Duppen a A. N. Andreyev, Alpha Decay and Beta-Delayed Fission: Tools for Nuclear Physics Studies. In: The Euroschool on Exotic Beams - Vol. 5. Lecture Notes in Physics, vol 948. Springer, Cham, 2018. A. N. Andreyev, K. Nishio a K.-H. Schmidt, Nuclear fission: a review of experimental advances and phenomenology. Rep. Prog. Phys. 81, 016301 (2018). Články publikované v karentovaných časopisoch.

W. D. Loveland, D. J. Morrissey and G. T. Seaborg, Modern Nuclear Chemistry, John Wiley & Sons, 2005. C. Wagemans, The Nuclear Fission Process, CRC Press, 1991. K. Heyde, Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics, Institute of Physics Publishing, 3rd edition 2004. K. S. Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons, 1988. P. Van Duppen and A. N. Andreyev, Alpha Decay and Beta-Delayed Fission: Tools for Nuclear Physics Studies. In: The Euroschool on Exotic Beams - Vol. 5. Lecture Notes in Physics, vol 948. Springer, Cham, 2018. A. N. Andreyev, K. Nishio and K.-H. Schmidt, Nuclear fission: a review of experimental advances and phenomenology. Rep. Prog. Phys. 81, 016301 (2018). Papers published in CC journals.

Poznámka / Comment

Vzhľadom na medzinárodnú spoluprácu a očakávanú účasť na meraniach v zahraničí je vyžadovaná flexibilita, dobrá znalosť angličtiny a schopnosť jednak samostatnej a jednak tímovej práce. Ďalej je vyžadovaná znalosť základov C++ a ROOT. Spolupráca: CERN (Switzerland), University of York (UK), KU Leuven (Belgium), GSI Darmstadt (Germany)

Because of international collaboration and expected participation in measurements abroad, flexibility, good knowledge of English and ability to work both independently and within a team are required. Basic knowledge of C++ and ROOT is required as well. Collaboration: CERN (Switzerland), University of York (UK), KU Leuven (Belgium), GSI Darmstadt (Germany)

Kľúčové slová / Keywords

oneskorené štiepenie po beta premene, beta premena, nízkoenergetické štiepenie, rozpadové vlastnosti

beta-delayed fission, beta decay, low-energy fission, decay properties

Študijný program / Study programme:

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / Title

Oscilácie neutrín a bezneutrínový dvojitý beta rozpad jadier
Oscillation of neutrinos and neutrinoless double-beta decay

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

prof. RNDr. Fedor Šimkovic, CSc.

Anotácia / Annotation

Neutrinos are one of the fundamental particles which make up the universe. They are also one of the least understood. The recent discovery of tiny neutrino masses by neutrino oscillation experiments is a big step forward in our knowledge of neutrino properties and the first serious crack in the Standard Model building, after several decades of successes. Study of neutrinoless double beta decay is essential and unique in its potential to fix nature of neutrinos (Dirac or Majorana) neutrino masses and to answer key-questions beyond neutrino physics itself. Grand Unified theories offer different possibilities for a generation of neutrino masses and mixing by introducing in addition to three active also three sterile neutrinos as well as new type of effective non-standard neutrino interactions. There is a request to study these possibilities by exploiting results of current and future neutrino oscillation experiments and those looking for a signal of the neutrinoless double beta decay.

Cieľ / Aim

Different favorite neutrino mixing schemes with 3 active and 3 sterile neutrinos (see-saw, quasi-Dirac etc) will be studied in the context of the neutrino oscillations and neutrinoless double-beta decay experiments.

Kľúčové slová / Keywords

massive neutrinos, dirac and majorana neutrinos, oscillation of neutrinos, neutrinoless double beta decay, beyond Standard model physics

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / *Title*

Rádiouhlík v životnom prostredí: kozmické, klimatické a antropogénne aspekty
Radiocarbon in the environment: cosmic, climatic and anthropogenic aspects

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

prof. RNDr. Pavel Povinec, DrSc.

Anotácia / *Annotation*

Rádiouhlík patrí v súčasnosti medzi najdôležitejšie stopovače environmentálnych procesov, najmä pre jeho schopnosť oddelene študovať kozmické, klimatické a antropogénne vplyvy na jeho koncentráciu. Je preto dôležitým indikátorom súčasných klimatických zmien, a najmä umožňuje oddelene hodnotiť príspevky od prírodných (najmä kozmických ako je napr. slnečná aktivita) a antropogénnych zdrojov (napr. spaľovanie fosílnych palív, dopad jadrovej energetiky a pod.). Dizertant v spolupráci s pracovníkmi Katedry jadrovej fyziky a biofyziky, ako aj v spolupráci s viacerými zahraničnými pracoviskami sa bude podieľať na analýze rádiouhlíka v environmentálnych vzorkách pomocou urýchľovačovej hmotnostnej spektrometrie, ako aj na spracovaní dosiahnutých výsledkov a ich interpretácii. Výsledkom práce bude kvantitatívne ohodnotenie vplyvov prírodných a antropogénnych zdrojov na koncentráciu rádiouhlíka v životnom prostredí (atmosféra, letokruhy stromov, sedimenty), a ich využitie na hodnotenie pôvodu klimatických zmien. Súčasťou práce dizertanta bude aj zahraničná stáž na niektorom z významných pracovísk, využívajúcich urýchľovačovú hmotnostnú spektrometriu. Očakáva sa, že v priebehu doktorandského štúdia dizertant sa bude tiež podieľať na príprave zahraničných publikácií, a bude spoluautorom 2-3 prác v karentovaných časopisoch.

Cieľ / *Aim*

Kvantitatívne ohodnotenie vplyvov prírodných a antropogénnych zdrojov na koncentráciu rádiouhlíka v životnom prostredí (atmosféra, letokruhy stromov, sedimenty), a ich využitie na hodnotenie pôvodu klimatických zmien.

Literatúra / *Literature*

Nucl. Instr. Methods B - Proceedings from accelerator mass spectrometry conferences Články v časopisoch Radiocarbon, Journal of Environmental Radioactivity, Applied Radiation and Isotopes, atď.

Poznámka / *Comment*

Aspoň pasívna znalosť angličtiny je nevyhnutná.

Kľúčové slová / *Keywords*

radiocarbon, cosmic effects, climate changes, anthropogenic effects

Študijný program / Study programme:

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / Title

Radón v domoch – zdroje, ventilácia, radiačné riziká
Radon in houses – sources, ventilation, radiation risks

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / Tutor

RNDr. Monika Müllerová, PhD.

Konzultant / Consultant

doc. RNDr. Karol Holý, CSc.

Anotácia / Annotation

Radón sa do domov dostáva z rôznych zdrojov, ako je pôda, stavebný materiál, voda. Koncentrácia radónu v uzavretom priestore závisí jednak od prísunu radónu zo zdroja, ale aj veľkosti ventilačnej rýchlosti, s ktorou je radón z domu odstraňovaný. Kombináciou týchto dvoch parametrov sa v domoch prejavujú rôzne variácie radónu. Cieľom dizertačnej práce bude komplexná analýza vplyvov rôznych veličín na radón v domoch, určovanie zdroja prísunu radónu do domu a stanovenie ventilačnej rýchlosti. Súčasťou práce bude otestovanie jednoduchého modelu pre popis variácií radónu v domoch a tiež výpočet radiačného rizika od radónu pre obyvateľov domov.

Študijný program / Study programme:

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / Title

Radón vo vonkajšej atmosfére Slovenska
Radon in the outdoor atmosphere of Slovakia

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

doc. RNDr. Karol Holý, CSc.

Konzultant / Consultant

RNDr. Monika Müllerová, PhD.

Konzultant / Consultant

RNDr. Martin Bulko, PhD.

Anotácia / Annotation

On a global average, radon accounts for more than 50% of the effective dose to the population; this dose originates mainly from indoor radon exposure. Radiation exposure from the inhalation of outdoor radon and its decay products is a small but non-negligible part of overall exposure from natural sources of radiation. However, there may be localities in the country where the radon activity concentration (RAC) in the outdoor atmosphere is above average due to the high content of ^{238}U or ^{226}Ra in the subsoil combined with low dispersion conditions in the atmosphere. This fact is not negligible because as a result of exchange processes, outdoor radon also enters the indoor air, and in some cases its contribution to the indoor RAC can be significant. This is especially important in view of the low reference level of 100 Bq m^{-3} for indoor atmosphere proposed by the World Health Organization in 2009 with aims to minimize health hazards due to radon exposures. Outdoor radon research is interesting also because outdoor radon can be used as e.g. tracer of exchange processes in the atmosphere, as well as a tool for e.g. determining greenhouse gas emissions into the atmosphere, etc. In Slovakia, continuous monitoring of outdoor radon has been carried out since the 1990s, but most of the measurements were carried out in one locality (campus of the Faculty of Mathematics, Physics and Informatics of Comenius University in Bratislava). Blanket research of outdoor radon in Slovakia has not been performed so far, although there are more than 10 uranium deposits and also many areas with increased concentrations of radon in soil air.

Cieľ / Aim

The aim of the dissertation will therefore be to gain knowledge about the average RACs in the outdoor atmosphere of Slovakia, preferably in localities with high soil radon potential. To do this, it will be necessary to optimize the density of measurement points, select suitable detectors and methods for short-term and long-term integral measurements, as well as continuous monitoring of radon in order to verify the validity of integral measurements. Gamma spectrometric analyzes of soil samples, measurements of the radon exhalation rate, calculation of the air-absorbed dose rate and the like will also be performed at radon measurement points. Based on experimentally obtained data and calculations, maps of outdoor radon concentrations and effective doses will be created. The data obtained will also be the starting point for the construction of composite RAC time series in a given locality based on knowledge of global solar radiation and other meteorological parameters. The reconstructed daily RAC time series will be verified on the basis of continuous RAC measurements. The obtained results and knowledge will be published and also provided to those interested for further environmental applications.

Literatúra / Literature

List of literature to be studied by the doctoral student in preparation for the dissertation exam:

*Introductory nuclear physics (K. S. Krane) Environmental radioactivity (M. Eisenbud et al.)
Radon and its decay products in indoor air (W. Nazaroff et al.) Radon in the environment
(M. Wilkening) Environmental radon (R. Cothorn et al.) Radon: A tracer for geological, geophysical
and geochemical studies (M. Baskaran) Environmental radionuclides (K. Froehlich et al.)
Environmental isotopes in the hydrological cycle (W.G. Mook et al.) Introduction to climate
modeling /T. Stocker) UNSCEAR 82, UNSCEAR 93, UNSCEAR 2000 Environmental physics
(C. Smith) Radionuclides in the environment (P. Povinec et al.) Analysis of environmental
radionuclides (P. Povinec et al.) Modelling radioactivity in the environment (M. Scott et al.)
Scientific publications*

Poznámka / Comment

*Dissertation exam subjects (according to the study program): 1. Dissertation project 2. Radiation
environmental physics and dosimetry*

Študijný program / Study programme:

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / Title

Radón v zložkách životného prostredia
Radon in components of the environment

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / Tutor

doc. RNDr. Karol Holý, CSc.

Konzultant / Consultant

RNDr. Monika Müllerová, PhD.

Konzultant / Consultant

RNDr. Martin Bulko, PhD.

Anotácia / Annotation

V súčasnosti je veľká pozornosť venovaná ochrane zdravia obyvateľstva pred ionizujúcim žiarením. Najväčší príspevok k radiačnej záťaži obyvateľstva pochádza od inhalovaného ²²²Rn. Radón je aj významný stopovač rôznych atmosférických, geodynamických a hydrologických procesov. Úspešne môže byť tiež aplikovaný pri určovaní emisií, resp. exhalácií skleníkových plynov do atmosféry. Cieľom práce by malo byť štúdium významných zdrojov radónu v životnom a pracovnom prostredí, vývoj metód merania radónu, analýza variácií radónu v rôznych prostrediach a testovanie modelov ich popisu. Súčasťou práce by mohol byť aj odhad efektívnych dávok od radónu na základe rôznych modelov a prístupov.

Cieľ / Aim

Štúdium správania sa radónu v rôznych zložkách životného prostredia a vývoj metód jeho merania.

Literatúra / Literature

Introductory nuclear physics (K. S. Krane) Environmental radioactivity (M. Eisenbud et al.)
Radon and its decay products in indoor air (W. Nazaroff et al.) Radon in the environment
(M. Wilkening) Environmental radon (R. Cothorn et al.) Radon: A tracer for geological, geophysical
and geochemical studies (M. Baskaran) Environmental radionuclides (K. Froehlich et al.)
Environmental isotopes in the hydrological cycle (W.G. Mook et al.) Introduction to climate
modeling /T. Stocker) UNSCEAR 82, UNSCEAR 93, UNSCEAR 2000 Environmental physics
(C. Smith) Radionuclides in the environment (P. Povinec et al.) Analysis of environmental
radionuclides (P. Povinec et al.) Modelling radioactivity in the environment (M. Scott et al.) -
Odborná časopisecká literatúra

Študijný program / Study programme:

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / Title

Štúdium zriedkavých jadrových procesov v podzemných laboratóriách
Study of rare nuclear processes in underground laboratories

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

anglický / *English*

Školiteľ / Tutor

prof. RNDr. Pavel Povinec, DrSc.

Anotácia / Annotation

Investigations of rare nuclear processes and decays such as neutrinoless double beta-decay and search for dark matter particles (e.g. WIMPs), represent at present hot topics in nuclear/particle and astroparticle physics. The experimental part of the work searching for neutrinoless double beta-decay of ^{82}Se will be carried out within the SuperNEMO experiment (a tracker-calorimeter detector in a heavy shield), which will start its operation in 2021 in the Underground Laboratory of Modane (France). The CRESST experiment searching for dark matter particles (cryogenic helium cooled detectors, including development of a SQUID - superconducting quantum interference device) is operating in the underground laboratory of the National Laboratory Gran Sasso (Assergi, Italy). Both large-scale international experiments represent the world leaders in the studied topics. The PhD student will (in collaboration with the faculty staff and colleagues from foreign institutions) participate in testing of SuperNEMO and CRESST detectors, in Monte Carlo simulations of detectors background, and in data acquisition and data evaluation. The student in the framework of the fellowship program will also work at foreign institutions (University of Bordeaux, LSM Modane and NLGS).

Cieľ / Aim

To improve the half-life limit for the neutrinoless double beta-decay of ^{82}Se (in the framework of the SuperNEMO experiment), and the cross-section limits for interactions of WIMPs with the CRESST detectors.

Študijný program / *Study programme:*

Jadrová a subjadrová fyzika / *Nuclear and Subnuclear Physics*

Názov / *Title*

Vývoj metód radónovej diagnostiky pobytových priestorov
Development of radon diagnosis methods of buildings

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

doc. RNDr. Karol Holý, CSc.

Konzultant / *Consultant*

RNDr. Monika Müllerová, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Radón (^{222}Rn) a jeho krátkožijúce produkty premeny nachádzajúce sa v ovzduší budov sú najvýznamnejším zdrojom ožiarenia obyvateľstva. Radón do budov vstupuje hlavne z podlažia cez trhliny základových konštrukcií, exhalovaný je zo stien budov, ale uvoľňuje sa do ovzdušia budov aj z používanej vody, či spaľovaného plynu. V rámci regulácie ožiarenia od radónu je dôležité najprv vyhľadať budovy s vysokou koncentráciou radónu a následne uskutočniť účinné protiradónové ozdravné opatrenia s cieľom znížiť efektívne dávky od radónu. Posledne zmienený krok však vyžaduje identifikovať zdroje radónu, zistiť jeho prístupové cesty do budovy a určiť správne jeho objemové aktivity, t.j. použiť špeciálne postupy, ktoré označujeme ako radónová diagnostika budov. V súčasnosti žiaden zo slovenských výskumných, či dozorujúcich pracovísk nedisponuje komplexným súborom metód pre radónovú diagnostiku budov. Cieľom dizertačnej práce bude vývoj metód umožňujúcich uskutočniť komplexnú radónovú diagnostiku budov. Bude sa jednať hlavne o metódy merania exhalačnej rýchlosti radónu zo stien, meranie ventilačnej rýchlosti budov, metódy identifikácie zdrojov prísunových ciest do ovzdušia budov. Prínosom by bola aj aplikácia jednoduchších modelov na popis správania sa radónu v ovzduší pobytových priestorov.

Literatúra / *Literature*

Introductory nuclear physics (K. S. Krane) Environmental radioactivity (M. Eisenbud et al.)
Radon and its decay products in indoor air (W. Nazaroff et al.) Radon in the environment
(M. Wilkening) Environmental radon (R. Cothorn et al.) Radon: A tracer for geological, geophysical
and geochemical studies (M. Baskaran) Environmental radionuclides (K. Froehlich et al.)
Environmental isotopes in the hydrological cycle (W.G. Mook et al.) Introduction to climate
modeling /T. Stocker) UNSCEAR 82, UNSCEAR 93, UNSCEAR 2000 Environmental physics
(C. Smith) Radionuclides in the environment (P. Povinec et al.) Analysis of environmental
radionuclides (P. Povinec et al.) Modelling radioactivity in the environment (M. Scott et al.) -
Odborná časopisecká literatúra