

PRACE NAUKOWE GIG

GÓRNICTWO I ŚRODOWISKO

MINING & ENVIRONMENT

RESEARCH REPORTS	Quarterly
KWARTALNIK	1



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA
CENTRAL MINING INSTITUTE

KATOWICE 2004

Rada Programowa: *prof. dr hab. inż. Jakub Siemek (przewodniczący), prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak, prof. dr hab. inż. Bernard Drzęźła, prof. dr hab. inż. Józef Dubiński, prof. dr hab. inż. Korneliusz Miksch, prof. dr hab. inż. Joanna Pinińska, prof. dr hab. inż. Janusz Roszkowski, prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, prof. dr hab. inż. Janusz W. Wandrasz, prof. dr hab. inż. Piotr Wolański*

Komitety Kwalifikacyjno-Opiniotwórcze: *prof. dr hab. inż. Antoni Kidybiński (przewodniczący), doc. dr hab. inż. Krystyna Czaplicka, prof. dr hab. inż. Jan Hankus, prof. dr hab. inż. Władysław Konopko, prof. dr hab. inż. Jerzy Kwiatek, doc. dr hab. Kazimierz Lebecki, prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan, prof. dr hab. inż. Kazimierz Rulka, prof. dr hab. Jerzy Sablik, doc. dr hab. inż. Jan Wachowicz*

Redaktor Naczelny

prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan

Redakcja wydawnicza i korekta

Ewa Gliwa

Małgorzata Kuśmirek

Barbara Jarosz

Skład i łamanie

Krzysztof Gralikowski

ISSN 1643-7608

Nakład 170 egz.

Adres Redakcji:

Zespół Wydawnictw i Usług Poligraficznych

Głównego Instytutu Górniczego, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1

tel. (0-32) 259-24-03, 259-24-04, 259-24-05

fax 032/259-65-33

e-mail: cintexmk@gig.katowice.pl

NORM IV Conference Naturally Occurring Radioactive Materials

Maj 2004, Szczyrk, POLSKA

Scientific Committee

Komitet Naukowy Konferencji:

Przewodniczący (Chairman): Adam Lipowczan, Polska
Członkowie (Members): Jean-Louis Daroussin, EU
Gerd de Beer, RPA
Eckhard Ettenhuber, Niemcy
Jerzy Jankowski, Polska
Augustin Janssens, EU
Mika Markannen, Finlandia
Lars Mjones, Szwecja
Ildiko Mocsy, Rumunia
Andre Poffijn, Belgia
Ulrich Quade, Niemcy
Serena Risica, Włochy
Simos Simopoulos, Grecja
Jan Skowronek, Polska
Sławomir Sterliński, Polska
Josef Thomas, Republika Czeska
Jan van der Steen, Holandia
Rob Wiegers, Holandia
Denis Wymer, IAEA

Organising Committee

Komitet Organizacyjny Konferencji:

Przewodniczący (Chairman): Jan Skowronek
Członkowie (Members): Jolanta Żurawska
Mariusz Borek
Magdalena Rajkowska
Małgorzata Grabowska
Małgorzata Wysocka
Krystian Skubacz
Bogusław Michalik
Antoni Mielnikow
Anna Szymańska
Sekretarz (Secretary): Stanisław Chałupnik

Contents

Implementation of the European directive 96/29/Euratom in Ireland – status of current investigations	15
Investigation of the peat-fired power generation in Ireland.....	16
Radon exhalation rate from soil using for radon map in Cluj city, Romania.....	18
A comparative analysis of the heavy metals, heavy natural radionuclides concentrations and bioindication assay of water sampled from a radium production industry storage cell territory.....	19
A comparative analysis of biological effects in plants inhabiting two Russian regions with a higher level of heavy natural radionuclides.....	21
Exposure from an igneous phosphate mine operation	22
Radiological risk assessment of phosphogypsum plasterboards in homes	24
Rail transport of igneous phosphate rock	25
NORM in building materials	26
NORM in coal	27
Radionuclide contamination of the natural environment of Absheron Peninsula (Azerbaijan).....	28
Mitigation methods in selection places of construction sites.....	29
Natural radionuclides in rare earth industry and their environmental effects	31
Crying wolf! How to deal with presumed radioactive contamination	32
Environmental radiological impact by a fertilizer complex in the Ebro river (Spain).....	33
Assessment of NORM in Saudi Aramco Facilities	34
The ^{238}U – ^{234}Th equilibrium in soil samples.....	34
Radioactivity of the food at Novi Sad markets	35
Natural restoration of a Spanish estuary historically affected by anthropogenic inputs of natural radionuclides.....	36
TENORM regulatory framework in Brazil.....	37
The first radon map of Vojvodina.....	39
Evaluation of occupational radiological exposures associated with fly ashes from French coal power plants.....	40
Recycling of ^{232}Th contaminated tungsten scrap	41
On the measurement of ^{40}K in natural and synthetic materials by the method of high-resolution gamma-ray spectrometry.....	43
Soil contamination in a rural site used for rare earth industry by-product disposal	44
Passive antineutrino sounding of spatial distribution of radioactive elements in the Earth depths.....	45
Status of radon dosimetry in Zambian underground mines	47
The radon dosimeter combining charcoal canisters and TLD deTectors type MCP-N (LiF: Mg, Cu, P)	49
NORM and decommissioning of nuclear facilities	50

Importance of sampling in relation of the gamma spectroscopic analyses of NORM material	51
Factors controlling measurements of mass radon exhalation coefficient	52
Concentrations of ^{222}Rn in groundwaters flowing through different crystalline rocks: an example from Ślęża Massif (Poland).....	55
Radon chambers – technical design and some calibration problems.....	57
Calibration of soil probe for in situ permeability measurement.....	58
Influence of meteorological conditions on radon measurements in soil – preliminary results.....	59
Methods for assessment of the occupational exposure at working places of different TENORM industrial branches	60
Detection system for survey of the professional exposed personnel	61
The proposal of the Swedish Committee on Management of Non-Nuclear Radioactive Waste (IKA) and the implications for the management of NORM and storage of NORM waste.....	62
Sequential extraction of uranium isotopes in sediments from an estuary historically affected by anthropogenic inputs of natural radionuclides	64
Assessment of the radon contribution from mining sites to the geogenic environment	65
New regulatory developments and guidance in the EU with regard to NORM	66
Industries giving rise to NORM discharges in the EU – a review	68
The rapid identification of NORM discharges requiring regulatory control – a possible screening methodology	69
Polish national intercomparisons of measurement methods of ^{222}Rn concentration in waters.....	71
Application of international safety standards to work involving exposure to natural radiation	73
A specific study concerning NORM in refractories industries	74
Grain size in radiometric measurements of ground.....	75
Test thresholds for assessment of possible groundwater contamination at sites contaminated with radioactive materials	77
Natural radioisotope level differentiation in arable and noncultivated soils at Łęczna-Włodawa Lake District	78
Attempts on radon exhalation rate determination from a waste-dump at the Bogdanka coal mine using the Picorad detectors.....	79
Determination of ^{210}Po and ^{210}Pb from marine sediments	80
Cosmogenic ^{22}Na and ^7Be in ground level air	81
Application of liquid scintillation counting technique to gross alpha, gross beta and radon measurements in Portuguese waters.....	83
Examining the natural radioactivity of water sources to evaluate the impact on surrounding communities.....	84
The radiological impact of NORM industries in the UK.....	85

Radionuclide contamination of surface waters, sediments, and soil caused by coal mining activities in the Ruhr District (Germany).....	86
Presence of NORM in the Czech Republic	87
The periodical changes the concentration of indoor radon	88
Intercomparison of instruments for measuring radon and radon progeny held in the CLOR calibration chamber.....	90
Aerosol sampling for radiological protection: which particle size aerosol sampler to select?.....	92
A protocol for determination of natural radionuclides in the geothermal water	94
Determination of radium ²²⁶ Ra nuclide in ground-level air	95
Environmental radiological monitoring in a niobium mining region in Brazil	97
Radionuclides in Swedish drinking water	98
Release of NORM-residues from surveillance in Germany – some practical experience	99
Identification of enhanced concentrations of ²¹⁰ Pb and ²¹⁰ Po in dust samples from steel-works	100
Test of the material for radon seal layer at the mine waste disposal site Jazbec	101
Estimation of radon dose in several workplaces using dosimetric model for inhalation of airborne radionuclides.....	102
Sample clean-up by on-line chromatography for the determination of Pu and Am in sediments.....	104
The inventory of Italian NORM concerned work activities in the frame of environment protection	105
Uranium isotopes in public drinking water in Poland	106
Characterisation of scale from a former phosphoric acid processing plant	108
Ventilation: a technique for indoor radon mitigation	110
Assessment of natural and anthropogenic radioactivity levels in rocks in the Krzeszowice area, Poland, by in situ gamma-ray spectrometry.....	111
Sources of TENORM – inventory of phosphate fertilisers and aluminum industries	113
Radon measurements as a monitoring possibility for mining subsidence occurrences	115
Naturally occurring radioactive material (NORM) assessment of oil and gas production installations in Nigeria	117
Naturally occurring radionuclides in raw materials, products and waste in the steel industry	118
Analytical Methods used for Determining Natural Radionuclides in Finnish Drinking Water.....	120
Radium leaching from mine deposits as a possible source of groundwater contamination	121
Measurement of short-lived radon daughters in Polish mines	123
Radium removal from mine waters – underground treatment installation.....	123
Radium balance in discharge waters from coal mines in Upper Silesia region.....	125
Theoretical study of radium behaviour in aquifers.....	126

Radium behaviour during desalination processes of mine waters.....	127
Investigations of surface settling pond	128
Radon in some caves of Krakow-Czestochowa Jurassic Upland.....	130
NORM legislation in Poland	132
NORM in mining industry in Poland	133
The assessment of exposure to ionizing radiation at spoil banks	134
Ranking of TENORMs impact into radiation risk	136
Towards a methodology for identifying non nuclear sites with enhanced levels of radioactivity.....	137
The effect of earthquake-induced radon release on the population in the seismic active regions of Armenia	137
²¹⁰ Po and ²¹⁰ Pb in environmental samples in Finnish Lapland.....	138
NORM in drinking water – measurements using ultra low-level liquid scintillation spectrometry and considerations for compliance with the EU Drinking Water Directive.....	139

Spis treści

Wdrażanie Dyrektywy 96/29/Euratom w Irlandii – obecny stan badań	15
Badania NORM w energetyce opartej na spalaniu torfu w Irlandii	16
Wykonanie mapy radonowej w rejonie miasta Cluj (Rumunia) w oparciu o wartości współczynników ekshalacji radonu.....	18
Analiza porównawcza zawartości metali ciężkich i naturalnych radionuklidów oraz oznaczenia wskaźników biologicznych w próbkach wody z obszaru lokowania odpadów po produkcji radu	19
Analiza porównawcza efektów biologicznych w roślinności z dwóch obszarów o podwyższonym poziomie naturalnej promieniotwórczości w Rosji.....	21
Narażenie radiacyjne przy wydobyciu apatytów	22
Ocena zagrożenia radiacyjnego związanego ze stosowaniem suchych tynków fosfogipsowych w budynkach mieszkalnych.....	24
Transport kolejowy apatytów	25
NORM w materiałach budowlanych	26
Naturalne izotopy promieniotwórcze w węglu	27
Promieniotwórcze skażenia środowiska naturalnego półwyspu Absheron (Azerbejdżan)	28
Ograniczanie narażenia przez odpowiedni wybór miejsc zabudowy	29
Występowanie naturalnej promieniotwórczości w procesie produkcji pierwiastków ziem rzadkich i ich wpływ na środowisko.....	31
Jak radzić sobie z domniemanym skażeniem promieniotwórczym.....	32
Wpływ przemysłu produkcji nawozów sztucznych na skażenia promieniotwórcze środowiska naturalnego na przykładzie rzeki Ebro (Hiszpania)	33
Występowanie materiałów NORM w instalacjach naftowych Saudi Aramco.....	34
Równowaga ^{238}U – ^{234}Th w próbkach gleby.....	34
Radionuklidy w żywności z targowisk Nowego Sadu	35
Naturalne oczyszczanie estuariów skażonych naturalnymi izotopami promieniotwórczymi pochodzenia antropogenicznego w Hiszpanii	36
Regulacje prawne z zakresu TENORM w Brazylii.....	37
Pierwsza mapa radonowa Wojwodiny	39
Ocena zagrożenia zawodowego związanego z popiołami lotnymi z francuskich elektrowni węglowych	40
Utylizacja złomu elektrod wolframowych skażonego ^{232}Th	41
Pomiary stężenia ^{40}K w materiałach naturalnych i syntetycznych z wykorzystaniem metody wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma.....	43
Skażenia gleby w obszarach wiejskich, powodowane gromadzeniem produktów ubocznych z produkcji metali ziem rzadkich.....	44
Badania przestrzennego rozkładu pierwiastków promieniotwórczych we wnętrzu Ziemi za pomocą pasywnego profilowania antyneutrinowego	45
Stan dozymetrii radonowej w kopalniach podziemnych w Zambii.....	47

Dawkomierz radonowy z węglem aktywnym wyposażony w detektory termoluminescencyjne typu MCP-N (LiF: Mg, Cu, P)	49
NORM a wycofywane z użytku instalacje jądrowe	50
Znaczenie sposobu poboru próbek w badaniach materiałów NORM z wykorzystaniem spektrometrii gamma	51
Czynniki wpływające na pomiar masowego współczynnika ekshalacji radonu	52
Stężenia ^{222}Rn w wodach podziemnych przepływających przez różne skały krystaliczne: przykład z Masywu Ślęży (Polska)	55
Kalibracyjne komory radonowe w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie	57
Kalibracja sondy glebowej do pomiarów przepuszczalności gruntu in situ	58
Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia radonu w glebie – wstępne wyniki	59
Metody oceny ekspozycji zawodowej powodowanej przez TENORM w różnych gałęziach przemysłu	60
System detekcji dla nadzoru osób narażonych zawodowo na promieniowanie	61
Zalecenia szwedzkiego Komitetu do Spraw Postępowania z Niejądrowymi Odpadami Promieniotwórczymi (IKA) i ich implikacje przy zarządzaniu i składowaniu odpadów NORM	62
Sekwencyjna ekstrakcja izotopów uranu z osadów estuariowych, skażonych naturalnymi izotopami promieniotwórczymi pochodzenia antropogenicznego	64
Ocena wpływu eksploatacji górniczej na występowanie radonu w środowisku naturalnym	65
Nowe rozwiązania prawne i wytyczne UE w odniesieniu do NORM	66
Przegląd gałęzi europejskiego przemysłu powodującego wzrost zagrożenia od naturalnej promieniotwórczości	68
Szybka identyfikacja odpadów NORM wymaga nadzoru prawnego – propozycja metodyki kontroli	69
Krajowe pomiary interkalibracyjne stężenia ^{222}Rn w próbkach wód	71
Zastosowanie międzynarodowych standardów bezpieczeństwa w działalności związanej z narażeniem na naturalne źródła jonizującego promieniowania	73
NORM w przemyśle materiałów ogniotrwałych	74
Znaczenie rozmiarów ziaren w radiometrycznych pomiarach gruntu	75
Propozycje limitów dla określenia możliwości zanieczyszczeń wód gruntowych w rejonach skażonych substancjami promieniotwórczymi	77
Zróżnicowanie poziomu izotopów naturalnych w glebach uprawnych i nieużytkach na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego	78
Próby oznaczania szybkości ekshalacji radonu ze składowiska odpadów kopalni węgla kamiennego „Bogdanka” przy użyciu detektorów Picorad	79
Pomiary ^{210}Po i ^{210}Pb w próbkach osadów morskich	80
^{22}Na i ^7Be w przyziemnej warstwie atmosfery	81
Zastosowanie techniki ciekłoscyntylacyjnej do pomiarów całkowitej aktywności alfa i beta oraz radonu w wodach w Portugalii	83

Badanie naturalnej promieniotwórczości zasobów wodnych w celu oceny ich wpływu na ludność	84
Narażenie radiacyjne od naturalnych substancji promieniotwórczych, powodowane przez przemysł w Wielkiej Brytanii.....	85
Promieniotwórcze skażenie wód powierzchniowych, osadów i gleby na skutek działalności górniczej w Zagłębiu Ruhry w Niemczech.....	86
NORM w Republice Czeskiej	87
Okresowe zmiany stężenia radonu w budynkach.....	88
Pomiary porównawcze stężenia radonu i jego pochodnych w komorze kalibracyjnej CLOR.....	90
Pomiary aerozoli w ochronie radiologicznej: jak wybrać urządzenie do pomiaru rozkładu ziarnowego aerozoli?	92
Metodyka pomiaru naturalnych izotopów promieniotwórczych w wodach termalnych.....	94
Pomiary stężenia radu ^{226}Ra w warstwie przypowierzchniowej atmosfery	95
Monitoring skażeń radiologicznych środowiska naturalnego w rejonie wydobywania niobu w Brazylii	97
Radioizotopy w wodzie pitnej w Szwecji.....	98
Zwolnienie osadów typu NORM z nadzoru w Niemczech – kilka uwag praktycznych	99
Badania podwyższonych stężeń ^{210}Pb i ^{210}Po w próbkach pyłów pochodzących ze stalowni.....	100
Testowanie materiałów przeznaczonych do wykonania warstwy izolującej radon w rejonie składowiska odpadów Jazbec	101
Ocena dawek na kilku wybranych stanowiskach pracy w oparciu o modele dozymetryczne wchłaniania promieniotwórczych cząsteczek zawieszonych w powietrzu drogą oddechową	102
Oczyszczanie próbek przez ciągłą chromatografię przy oznaczaniu Pu i Am w osadach	104
Inwentaryzacja działalności związanych z NORM w aspekcie ochrony środowiska we Włoszech.....	105
Izotopy uranu w wodach pitnych w Polsce	106
Charakterystyka osadów z nieczynnych zakładów produkcji kwasu fosforowego	108
Wentylacja: technika obniżania zagrożenia radonowego wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych	110
Pomiary promieniotwórczości naturalnej i antropogenicznej in situ w skałach Rowu Krzeszowickiego przy użyciu przenośnego systemu spektrometrycznego promieniowania gamma	111
Źródła TENORM w przemyśle nawozów fosforowych i produkcji aluminium	113
Możliwość wykorzystania pomiarów radonu dla wykrywania przypadków osiadania terenów górniczych.....	115
Występowanie naturalnych substancji promieniotwórczych (NORM) w instalacjach gazowych i naftowych w Nigerii	117

Naturalne pierwiastki promieniotwórcze w surowcach, materiałach i odpadach hutniczych	118
Metody analityczne dla oznaczania naturalnych radionuklidów w wodach pitnych w Finlandii	120
Wymywanie radu z osadników kopalnianych jako możliwe źródło skażeń wód gruntowych.....	121
Monitorowania zagrożeń ze strony krótkożyciowych produktów rozpadu radonu w kopalniach	123
Usuwanie radu z wód kopalnianych – podziemna instalacja oczyszczania	123
Wpływ odprowadzania wód radowych z kopalń na skażenia w środowisku naturalnym	125
Teoretyczne studium zachowania się radu w warstwach wodonośnych	126
Zachowanie się radu podczas procesów odsalania wód kopalnianych	127
Badania skażeń promieniotwórczych w rejonie likwidowanego osadnika kopalnianego	128
Radon w wybranych jaskiniach Jury Krakowsko-Częstochowskiej	130
Problematyka NORM w prawie polskim	132
Naturalna promieniotwórczość w przemyśle wydobywczym w Polsce	133
Ocena zagrożenia radiacyjnego na składowiskach odpadów górniczych	134
Klasyfikacja obszarów występowania TENORM.....	136

Preface

The term 'radioactivity' was stated over a hundred years ago to name the phenomenon of spontaneous emission of mysterious form of energy able to ionize the medium it penetrates through. This mysterious radiation was emitted by minerals containing uranium and thorium – the **naturally occurring** elements. It is worth to mention here that the persons who had had by far the most important contribution to this discovery constituted a truly international team: Maria Skłodowska from Poland, Curie, Villard and Becquerel from France, Rutherford from England. The representatives of other nations have soon contributed in developing the knowledge related to atom's structure, ionizing radiation and artificial fission. The ionizing radiation was soon applied in many fields: in diagnostic and applied medicine, in research and industry.

Nowadays the term 'ionizing radiation' has mostly a negative social collocation due to the use of nuclear weapon or nuclear power plants' failures. This collocation triggered the peculiar attention to the effects of interaction between ionizing radiation and living organisms, especially human beings. Finally, the special attention was paid to harmful effects of ionizing radiation and protection against it.

That's why the radioprotection systems have quickly become far better than other ones used against other health or life hazards. However, up to now the majority of this attention was directed to the artificial sources and nuclear installations. The issue of hazards due to the naturally occurring radioactive materials (NORMs) was treated as not important to undertake any efforts to solve it.

Only recently the attention was turned to naturally occurring sources of ionizing radiation often enhanced by human activity. This is a result of international cooperation – exchange of thoughts, experiences and ideas during many conferences and meetings.

The current International Conference NORM IV continues this approach. Its main topics concern the problems of natural radiation in mining industry. It is essential problem for Silesia, the region which will host the conference's participants from all over the world. The Polish mining industry have controlled such hazards for a long time, both in workplaces and in the environment surrounding collieries. Exchange of scientists', engineers', health physicists' and lawmakers' experiences will surely contribute to better understanding of that problem and – if necessary – to improve the current state.

We would like to emphasize, that this conference is the first one held in Poland after the access of the new countries to the European Union. It is a very great pleasure for us to host so many participants. We hope NORM IV Conference will be fruitful for all of us.

Chairman of the Organizing Committee

Chairman of the Scientific Committee

Assoc. Prof. Jan Skowronek

Prof. Adam Lipowczan

Director of Central Mining Institute

Prof. Józef Dubiński

Słowo wstępne

Nazwa promieniotwórczość została nadana ponad 100 lat temu zjawisku samorzutnej emisji tajemniczej postaci energii, zdolnej do jonizacji ośrodka, przez które przechodzi. To tajemnicze promieniowanie emitowały minerały zawierające uran i tor – pierwiastki występujące w przyrodzie w sposób naturalny. Warto tu dodać, że autorami tego odkrycia był zespół jak najbardziej międzynarodowy – Polka Maria Skłodowska, Francuzi Curie, Villard i Becquerel, Anglik Rutherford. Wkrótce dołączyli przedstawiciele innych narodowości, rozbudowując naszą wiedzę o budowie atomu, promieniowaniu jonizującym i wywołując sztuczne reakcje jądrowe.

Promieniowanie jonizujące szybko znalazło zastosowanie, między innymi w medycynie do ratowania zdrowia i życia ludzi, a także w przemyśle. Jednakże pojęcie – promieniowanie jonizujące – najczęściej ma wydźwięk negatywny, kojarzone jest głównie z bombą atomową, awarią jądrową. Spowodowało to zwrócenie szczególnej uwagi na skutki oddziaływania promieniowania jonizującego na organizmy żywe, zwłaszcza na człowieka.

Dzięki temu systemy ochrony przed promieniowaniem jonizującym należą do najlepszych w porównaniu do innych zagrożeń zdrowia i życia człowieka. Jednakże dotąd najwięcej uwagi poświęcano promieniowaniu emitowanemu ze źródeł sztucznych i urządzeń technicznych. Problem zagrożenia promieniowaniem emitowanym przez źródła występujące w przyrodzie w sposób naturalny był traktowany jako nieistotny.

Dopiero od niedawna zwraca się uwagę na naturalne źródła promieniowania jonizującego, często wzmożone w wyniku działalności przemysłowej człowieka. Jest to przede wszystkim wynik współpracy międzynarodowej – wymiany myśli w trakcie wielu konferencji jako efekt działania organizacji międzynarodowych.

Obecna Konferencja Międzynarodowa NORM IV kontynuuje tę działalność. Jej tematem wiodącym są problemy naturalnej promieniotwórczości w przemyśle wydobywczym. Jest to problem istotny dla Śląska, regionu który będzie gościł uczestników konferencji z całego świata. Polskie górnictwo od lat monitoruje i zapobiega tego typu zagrożeniom, zarówno na stanowiskach pracy, jak i w środowisku wokół kopalń. Wymiana doświadczeń naukowców i praktyków, a także odpowiedzialnych za kształtowanie prawa w tej dziedzinie, z pewnością przyczyni się do lepszego zrozumienia problemu i tam, gdzie to konieczne – poprawy obecnego stanu.

Jest zorganizowana w Polsce w dwa tygodnie po poszerzeniu Unii Europejskiej o nowe kraje – w nowym kraju członkowskim Unii. To dodatkowy wymiar tej konferencji.

Życzymy uczestnikom, by przyniosła ona społeczności międzynarodowej równie istotne rezultaty jak poprzednie.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego

Przewodniczący Komitetu Naukowego

Doc. dr hab. inż. Jan Skowronek

Prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan

Dyrektor Głównego Instytutu Górnictwa

Prof. dr hab. inż. Józef Dubiński

1.

Implementation of the European directive 96/29/Euratom in Ireland – status of current investigations

Wdrażanie Dyrektywy 96/29/Euratom w Irlandii – obecny stan badań

Catherine Organo

Radiological Protection Institute of Ireland, 3 Clonskeagh Square Clonskeagh Road, Dublin 14, IRELAND, corgano@rprii.ie

The European Union Basic Safety Standard (BSS) Directive (96/29/EURATOM) is revised in line with scientific developments approximately every ten to fifteen years. The most recent revision, which took place in 1996, includes special provisions concerning exposure to natural sources of ionising radiation. Title VII of the revised Directive sets down a framework for controlling work activities where the presence of natural radiation sources leads to a significant increase in exposure to workers or members of the public, which cannot be disregarded from the radiation protection point of view.

The implementation of Title VII resulted in significant legal changes in Ireland. It has been incorporated into Irish law by a Ministerial Order (Statutory Instrument No. 125 of 2000) which came into force in May 2000.

This presentation will review the measures taken and progress achieved so far by the national regulatory agency, the Radiological Protection Institute of Ireland (RPII) since the coming into force of the new regulations in Ireland.

Based on their economical significance, a group of three major industries currently active in Ireland have been investigated from a list of work activities which, on the basis of the literature, were considered liable to involve work practices resulting in exposure to NORMs. They include: the gas extraction and production industry, the peat-and coal-firing power generation industry.

For each of them, the RPII made an initial assessment of the scale of the problem by reviewing existing (non exhaustive) literature. Meetings with the industry respective management responsible for the personnel and/or the Health and Safety and/or the environment were organised to increase their level of awareness with regard to the current legislation and discuss of the potential consequences. This allowed us to compile information characteristic of each case and focus our interest on particular issues.

Field investigations were carried out and monitoring programmes put in place. Results obtained so far will be presented and preliminary conclusions will be drawn. Additionally, the bauxite/alumina refining industry (the largest European plant of this type is located in the West of Ireland), the cement industry and users of titanium oxide (pigment industry) and zircon sands are all scheduled to be investigated from 2004 onward. A brief overview of the radiological issues for each industry will also be presented.

★ ★ ★

Unijne standardy bezpieczeństwa (*Basic Safety Standard* – BSS) zawarte w Dyrektywie 96/29/Euratom co 10–15 lat podlegają rewizji ze względu na postęp naukowy. Ostatnia taka rewizja, która miała miejsce w 1996 roku, wprowadziła specjalne zalecenia dotyczące zagrożenia powodowanego przez naturalne źródła promieniowania jonizującego. Rozdział VII tej Dyrektywy ustala ramy kontroli aktywności zawodowych, w których obecność naturalnych

źródeł promieniowania prowadzi do znaczącego wzrostu ekspozycji pracowników lub osób postronnych, którego nie można pomijać ze względu na wymogi ochrony radiologicznej.

Wdrożenie postanowień Rozdziału VII spowodowało istotne zmiany prawne w Irlandii. Wprowadzono je do prawa irlandzkiego jako Zarządzenie Ministerialne (Statutory Instrument Nr 125 z 2000 roku) z mocą obowiązywania od maja 2000 roku.

W niniejszym artykule zostanie dokonany przegląd podjętych działań i wyniki przedsięwzięć podejmowanych przez agendy rządowe jak i Irlandzki Instytut Ochrony Radiologicznej (RPII – Radiological Protection Institute of Ireland) po wejściu w życie nowych regulacji prawnych.

Biorąc za podstawę znaczenie gospodarcze, została – na podstawie doniesień literaturowych – wytypowana grupa największych działających obecnie w Irlandii gałęzi przemysłów, w których może wystąpić problem zagrożenia powodowanego przez NORM. Obejmuje ona: wydobywanie i przetwórstwo gazu oraz energetykę opartą na spalaniu węgla i torfu.

Dla każdego z nich RPII opracował wstępną ocenę skali problemu na podstawie przeglądu literatury (częściowego). Przeprowadzono spotkania z przedstawicielami zarządów tych przemysłów, odpowiedzialnymi za sprawy zatrudnienia, a także stan bezpieczeństwa lub ochronę środowiska, w celu zwiększenia poziomu ich świadomości odnośnie do obowiązujących przepisów prawnych oraz przedyskutowania potencjalnych konsekwencji. Zebrano w ten sposób informacje charakteryzujące każdą działalność i zogniskowano zainteresowania na konkretnych zagadnieniach.

Przeprowadzono również badania terenowe i wdrożono programy monitoringu. Zostaną przedstawione dotychczas uzyskane wyniki wraz z płynącymi z nich wnioskami. Przewiduje się, że począwszy od 2004 roku, badaniami zostaną objęte zakład przetwórstwa boksytu i produkcji aluminium (największy tego typu zakład w Europie zlokalizowany jest na zachodzie Irlandii), przemysł cementowy i zakłady stosujące tlenek tytanu (producenci bieli tytanowej) oraz piaski cyrkonowe. Zostanie przedstawiony również krótki przegląd problemów ochrony radiologicznej dla każdego z tych przemysłów.

2.

Investigation of the peat-fired power generation in Ireland

Badania NORM w energetyce opartej na spalaniu torfu w Irlandii

Catherine Organo¹⁾, Elaine Lee²⁾, Gerard Menezes³⁾, Eric Finch³⁾

¹⁾ Radiological Protection Institute of Ireland, 3 Clonskeagh Square, Clonskeagh Road, Dublin 14, IRELAND, corgano@rpil.ie

²⁾ Director of Buildings' Office, West Chapel, Trinity College, Dublin 2, IRELAND

³⁾ Physics Department, Trinity College, Dublin 2, IRELAND

As the national agency with regulatory responsibility for ionising radiation in charge of the implementation of the most recent version of the BSS Directive 96/29/EURATOM, the Radiological Protection Institute of Ireland (RPII) initiated a programme in 2000 to identify types of industry currently active in Ireland, which on the basis of the literature were considered liable to (1) involve operations with and storage of materials not usually regarded as radioactive but which contain naturally occurring radionuclides causing a significant increase in the exposure of workers and, where appropriate, members of the public and/or (2) lead to the

production of residues not usually regarded as radioactive but which contain naturally occurring radionuclides causing a significant increase in the exposure of workers and, where appropriate, members of the public.

Irish industries meeting one or two of the above conditions include the gas extraction industry, the fossil fuel power production (peat and coal-fired) and industrial processes using bulk materials with enhanced levels of NORMs (bauxite refinery, cement industry, mineral sands).

The Irish situation with regard to electricity generation is of particular interest as approximately 15% of the country's electricity requirement is provided through peat combustion. By 2004, only two large power plants will remain operative, representing a combined capacity of 250 MW. Between the two of them, just over 2 million tonnes of peat per annum will be used.

At the end of 2001, the RPII initiated a radiological investigation of the largest Irish peat-fired power plant in collaboration with Trinity College Dublin (TCD) and the Electricity Supply Board (ESB, the national Irish electricity supplier) to review the potential occupational exposures arising from the occurrence of NORMs at different stages of the industrial process. The objectives were to provide a valuable experience to the RPII in the frame of the new EU Directive, if necessary to provide the peat industry with advices and/or guidelines to adapt the production process and the environmental discharges to the new regulations, and finally to produce the first comprehensive radiological study of this industry.

Results of field investigations (external radiation dose rate measurements, aerial radon measurements, inhalation of airborne radioactive particles) and on-going monitoring of the radioactivity content of the peat, peat ash and effluent samples from the ash ponds will be presented as well as calculations of estimated radiation doses to workers involved in relevant work activities.



Irlandzki Instytut Ochrony Radiologicznej (RPII), jako państwowa jednostka odpowiedzialna za wdrażanie zaleceń Dyrektywy Komisji Europejskiej 96/29/Euroatom, zainicjował w 2000 roku program badawczy mający na celu identyfikację wszystkich działających gałęzi przemysłu, które zgodnie z publikacjami mogą:

1. uczestniczyć w przetwarzaniu lub magazynowaniu materiałów, które zazwyczaj nie są uważane za radioaktywne, ale zawierają naturalne izotopy promieniotwórcze w ilościach mogących spowodować istotny wzrost ekspozycji na promieniowanie jonizujące pracowników lub/i osób postronnych przebywających w ich sąsiedztwie;
2. prowadzić do powstawania odpadów, które zazwyczaj także nie są uważane za promieniotwórcze lecz zawierają naturalne izotopy promieniotwórcze w takich stężeniach, że powodują istotny wzrost ekspozycji na promieniowanie pracowników lub osób postronnych.

W przemyśle irlandzkim zjawiska takie występują przy eksploatacji gazu ziemnego, w energetyce opartej na spalaniu paliw kopalnych (torf i węgiel) oraz przetwarzaniu znacznych ilości surowców zawierających podwyższone zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych takich, jak: boksyty, cement, piaski mineralne zawierające metale ziem rzadkich.

W Irlandii sytuacja związana z wytwarzaniem energii jest szczególnie interesująca, ponieważ około 15% krajowego zapotrzebowania na energię pochodzi ze spalania torfu. Działające aktualnie (2004 rok) dwie duże elektrownie o łącznej mocy 250 MW zużywają ponad 2 miliony ton torfu rocznie.

Pod koniec 2001 roku RPII, przy współpracy z Trinity College Dublin (TCD) i irlandzkim państwowym przedsiębiorstwem odpowiedzialnym za dystrybucję energii (ESB), rozpoczął

badania radiometryczne w największej irlandzkiej elektrowni opalanej torfem w celu rozpoznania zagrożenia radiacyjnego powodowanego obecnością naturalnych izotopów promieniotwórczych na różnych etapach procesu wytwarzania energii.

Badania te miały na celu, po pierwsze, stwierdzenie, czy energetyka oparta na spalaniu torfu wymaga wdrożenia konkretnych działań na etapie procesu technologicznego oraz postępowania z odpadami odprowadzanymi do środowiska, mających na celu dostosowanie ich do wymagań wspomnianej na wstępie Dyrektywy oraz opracowanie pierwszej kompleksowej oceny zagrożenia radiacyjnego w tej gałęzi przemysłu.

Zostaną przedstawione wyniki badań środowiskowych (moc dawki promieniowania, stężenie radonu w powietrzu, stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu) i ciągłych pomiarów zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych w torfie, popiołach i odpadach płynnych z osadników popiołów oraz obliczenia dawek promieniowania, jakie mogą otrzymać pracownicy zatrudnieni przy określonych czynnościach.

3.

Radon exhalation rate from soil using for radon map in Cluj city, Romania

Wykonanie mapy radonowej w rejonie miasta Cluj (Rumunia) w oparciu o wartości współczynników ekshalacji radonu

Mócsy Ildikó¹⁾, Néda Tamás²⁾, Hening Kinga³⁾

¹⁾Sapientia University, Faculty of Environmental Sciences, 400462 Cluj-Napoca, str. Brâncuși 18/A, mocsy.ildiko@sapientia.ro, ROMANIA

²⁾Sapientia University, Faculty of Environmental Sciences, 400064 Cluj-Napoca, str. Ady Endre 28, gktok@mail.dntcj.ro, ROMANIA

³⁾Babes-Bolyai University, Physics Department, 400084 Cluj-Napoca str. Kogalniceanu 1, ROMANIA

The majority of countries of the Carpathian Basin have no radon map. The goal of the paper is a proposal for a common sampling and measurement method to estimate the radon potential of this area.

The research was effectuated in 2003 summer and autumn period. The measurement points were chosen taking account the soil characteristics. Different soil types were investigated. The soil radon gas concentration was measured using track-etched detectors and the radon exhalation from soil was determined with accumulative method by ionization chamber.

In the same place we determined the radon exhalation from different depth respectively 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm. We also determined the radon soil gas concentration in these depths.

In the case of the accumulation method for the best fitting we need a measurement as long as possible. If the measurement time is too long the main problems are the back diffusion and the meteorological factors.

It is reasonable to use the longest measuring cycle because in this case the uncertainties of radon activity concentration measurements are the smallest.

The radon activity concentration values did not fit perfectly with the theoretical curve in case of soil concentration gradient method. Probably the reasons are the inhomogeneous and

perturbed soil structure. We suggest exposure time 3–4 days depending on the depth of measurement points.



W większości krajów położonych na terenie Niecki Karpackiej nie sporządzono jeszcze map radonowych. Celem pracy jest prezentacja określonej metody pomiarowej, która mogłaby zostać wykorzystana podczas realizacji wspólnej kampanii pomiarowej i oceny potencjału radonowego w tym rejonie.

Metodę zastosowano podczas pomiarów wykonanych latem i jesienią w 2003 roku. Punkty pomiarowe zostały wybrane z uwzględnieniem właściwości gleby. Zbadano różne rodzaje gleb. Stężenie radonu w powietrzu glebowym zmierzono za pomocą detektorów śladowych, podczas gdy współczynnik ekshalacji z gleby określono w oparciu o metodę całkującą z wykorzystaniem komory jonizacyjnej. Pomiar tych dwóch wielkości wykonano na głębokości 20, 40, 60 i 80 cm w każdym wytypowanym punkcie.

W celu uzyskania jak najlepszego dopasowania wyników, czas trwania pomiaru w metodzie całkującej powinien być możliwie najdłuższy. Wydłużenie cyklu pomiarowego pozwala na obniżenie niepewności pomiaru stężenia radonu. Kiedy jest on jednak nadmiernie duży pojawiają się problemy związane z dyfuzją wsteczną oraz warunkami meteorologicznymi.

Stężenie radonu w powietrzu glebowym zmierzone na różnych głębokościach nie odpowiadało dokładnie krzywej teoretycznej. Prawdopodobnie zostało to spowodowane niejednorodnością gleby oraz zaburzeniami w jej strukturze. Zgodnie z naszymi zaleceniami, czas trwania ekspozycji powinien wynosić 3–4 dni w zależności od głębokości, na której wykonywany jest pomiar.

4.

A comparative analysis of the heavy metals, heavy natural radionuclides concentrations and bioindication assay of water sampled from a radium production industry storage cell territory

Analiza porównawcza zawartości metali ciężkich i naturalnych radionuklidów oraz oznaczenia wskaźników biologicznych w próbkach wody z obszaru lokowania odpadów po produkcji radu

T. Evseeva¹⁾, S. Geras'kin²⁾, Shuktomova I. ¹⁾, A. Taskaev¹⁾

¹⁾ Institute of Biology of Komi Scientific Center, Ural Division RAS, 167982 28, Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Russia, e-mail: evseeva@ib.komisc.ru, RUSSIA

²⁾ Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology, 249020, Obninsk, Kaluga Region, RUSSIA

Mining and processing industries are main sources of environmental pollutants: heavy metals, heavy natural radionuclides and others. This leads to many ecosystem undergoing a simultaneous potential stress from chemical and radioactive toxicants. Our previous works demonstrates that in order to achieve pollutant screening, it is not sufficient to determine the pollutants concentration only. The chemical analysis data reveals nothing about the total exposure an organism has received. In contrast to the specific nature of assessments on exposure, effect studies integrate the impacts of all mutagenic activities, including synergistic

and antagonistic effects. Consequently, adequate conclusions on the risk due to environment contamination need to be based on the additional simultaneous use of toxicity and genetic toxicity tests.

In this report results of the simultaneous use of bioindication and chemical analysis approaches for estimation of the chemical and radioactive contamination of the water from reservoirs located near the radium production industry storage cell are represented for the first time. The storage cell is situated in the settlement of Vodniy (Komi Republic, Russia). A plant for the production of radium from underwater had been in operation at this place from 1931 until 1956. In particular, in this report will represent results of:

1. comparative analysis of modern and observed in 1959–1960 levels of radioactive and chemical contamination of the water from reservoirs located near the radium production industry storage cell;
2. genetic toxicity and toxicity assay of water sampled from a radium production industry storage cell territory by means of Allium-test.

Further to this, the attempts were made to understand whether or not any correlation existed between heavy metals, heavy natural radionuclides concentrations and observed biological effects. In addition, possible mechanisms of genotoxic and toxic action of radioactive and chemical combined environmental contamination will discuss.



Przemysł wydobywczy i przeróbczy są głównymi źródłami skażeń środowiska naturalnego metalami ciężkimi, naturalnymi radionuklidami i innymi substancjami. Wiele ekosystemów jest zagrożonych wpływami różnych substancji toksycznych. Prace prowadzone przez nasz zespół pokazały, że badając skażenia środowiska nie można ograniczać się do oznaczenia koncentracji substancji toksycznych. Na podstawie wyników analiz chemicznych nie można wyciągać wniosków dotyczących dawek, na jakie organizmy są narażone. Ze względu na fakt, że różne organizmy charakteryzują się odmienną wrażliwością na substancje toksyczne, należy przeprowadzić badanie genetycznych z uwzględnieniem efektów synergicznych i antagonistycznych. W związku z tym, wnioski na temat ryzyka powodowanego skażeniami środowiska muszą opierać się na równocześnie wykonywanych testach toksyczności i oddziaływania genetycznego substancji odpowiedzialnych za te skażenia.

W prezentowanej pracy, po raz pierwszy przedstawiono rezultaty równoczesnego oznaczania wskaźników biologicznych i analiz chemicznych w celu oszacowania chemicznego i radiologicznego skażenia wód ze zbiorników powierzchniowych zlokalizowanych w pobliżu miejsca gromadzenia odpadów z produkcji radu. Miejsce magazynowania odpadów znajduje się w dolinie Wodnyj w rosyjskiej Republice Komi. W latach od 1931 do 1956 działał w tym miejscu zakład produkcji radu z wód podziemnych.

W pracy zawarto wyniki:

1. Analizy porównawczej aktualnego i obserwowanego w latach 1969–1960 poziomu promieniotwórczości i skażeń chemicznych wód ze zbiorników powierzchniowych z okolic miejsca składowania odpadów z produkcji radu.
2. Oznaczenia toksyczności i wpływu genetycznego dla próbek wód z omawianego obszaru, wykonanych z zastosowaniem tzw. Allium-testu.

Podjęto próby wyjaśnienia, czy istnieją korelacje między występowaniem w środowisku naturalnym metali ciężkich i izotopów promieniotwórczych a obserwowanymi efektami biologicznymi. Ponadto przedyskutowano problemy dotyczące mechanizmów równoczesnego toksycznego i genetycznego oddziaływania metali ciężkich i substancji promieniotwórczych na elementy ekosystemów.

5.

A comparative analysis of biological effects in plants inhabiting two Russian regions with a higher level of heavy natural radionuclides

Analiza porównawcza efektów biologicznych w roślinności z dwóch obszarów o podwyższonym poziomie naturalnej promieniotwórczości w Rosji

S. Geras'kin¹⁾, T. Evseeva²⁾, A. Taskaev²⁾, I. Shuktomova²⁾

¹⁾ Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology, 249020, Obninsk, Kaluga Region, RUSSIA, geraskin@riar.obninsk.org

²⁾ Institute of Biology of Komi Scientific Center, Ural Division RAS, 167982 28, Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, RUSSIA

Extracted on a ground surface rocks and reservoir water are contain heavy natural radionuclides (HNR), which both α -, β -, γ -emitters and high-toxic chemical elements. As it is the case for man, the HNR seem to constitute a preponderant source of exposure to natural radiation for the majority of living wild organisms. Despite of rather high HNR levels in a refuse heaps, the problem on their possible effects on plants and animals inhabiting spoil heaps of mines was investigated only in a few studies.

In this report the data on a content of isotopes of U, Ra and Th in soils and plants of two northern region of Russia (Komi Republic (radium-gearing waste) and South Yakutia (uranium-containing waste pile)) are represented. Despite of similar character of a radioactive contamination and a close climatic conditions, the radiobiological effects in plants from these regions were drastically differing. The higher frequency of aberrant cells in *Vicia cracca* L. germs from Komi Republic site was found. Moreover, the elimination of bearing chlorophyll mutations plants was observed in these *Vicia cracca* L. populations. The seeds of *Vicia cracca* L. plants from Komi Republic site were significantly more sensitively to acute γ -radiation when compared with untreated control. In contrast, no significant difference in aberrant cells frequency of alder trees seedlings growing on the South Yakutia site was noted. In addition, the seeds from the alder trees populations growing in the South Yakutia site appeared to be significantly more resistant to the acute radiation exposure than the reference seeds.

The reason for these differences is not clear now. It is reasonable to assume that at least some of this variability can be accounted for by differences in radiation exposure structure. In Komi Republic site the contribution of the internal irradiation to an equivalent dose in 3–3.5 times above share of the external γ -irradiation. Unlike Komi Republic site, for South Yakutia site the external γ -irradiation (71–86%) play a decisive role. Future studies will provide a greater clarification of this problem.

★ ★ ★

W badanych próbkach gruntów i wód powierzchniowych stwierdzono występowanie naturalnych ciężkich radionuklidów (HNR) α -, β - i γ -promieniotwórczych oraz substancji chemicznych o wysokiej toksyczności. Naturalne ciężkie radionuklidy stanowią główne źródło skażeń radiacyjnych ludności i wszelkich organizmów. Badania efektów ich oddziaływania na rośliny i organizmy zasiedlające stare składowiska odpadów o stosunkowo wysokich zawartościach naturalnych radionuklidów nie były do tej pory szeroko prowadzone.

W prezentowanej pracy przedstawiono dane na temat zawartości izotopów uranu, radu i toru w próbkach gleb i roślinności z dwóch regionów Rosji. W pierwszym z poligonów, zlokalizowanym w Republice Komi, występują nagromadzenia odpadów o podwyższonej zawartości radu, w drugim, w Południowej Jakucji, w składowiskach odpadów stwierdzono podwyższone stężenia uranu. Stwierdzono, że mimo podobieństw charakteru skażeń i warunków klimatycznych, obserwowane efekty radiobiologiczne istotnie się różnią. Najwięcej aberracji komórkowych stwierdzono w zalążkach *Vicia cracca* L. z poligonu w Republice Komi. W populacji *Vicia cracca* L. stwierdzono mutacje organów produkujących chlorofil oraz podwyższoną wrażliwość nasion na oddziaływanie przenikliwego promieniowania gamma. Natomiast nie stwierdzono istotnie wyższej liczby aberracji komórkowych w siewkach drzew olchowych rosnących w Południowej Jakucji. Co więcej, nasiona olch rosnących w Jakucji okazały się być dużo mniej wrażliwe na promieniowanie przenikliwe w porównaniu z nasionami próbki referencyjnej.

Dotychczas nie wyjaśniono przyczyn zróżnicowania efektów oddziaływania skażeń na te organizmy. Możliwe, że przynajmniej niektóre z omawianych różnic mogą być spowodowane różnym udziałem napromieniowania wewnętrznego i zewnętrznego. W obszarze Republiki Komi wkład napromieniowania wewnętrznego do dawki ekwiwalentnej jest 3–3,5 razy wyższy od zewnętrznego napromieniowania gamma. W Południowej Jakucji 71–86% wkładu do dawki stanowi zewnętrzne promieniowanie gamma. Wyniki dalszych badań powinny pomóc wyjaśnić omawiane w pracy problemy.

6.

Exposure from an igneous phosphate mine operation

Narażenie radiacyjne przy wydobywaniu apatytów

A.J. vd Westhuizen, Foskor, REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

The International Atomic Energy Agency Safety Series 115 and European Union Council Directive 96/29/EURATOM have changed the profile of radiation protection completely, increasing the regulatory awareness of natural radiation and the industries involved. Three major industries have been identified in terms of their scope and the materials handled as industries requiring further attention. They are the Oil & Gas Industry, the Zircon Industry and the Phosphate & Fertilizer Industry.

The Phosphate and associated Fertilizer industry has an added complication, because it has two distinct sources of raw material, e.g. being of igneous or sedimentary origin. The sedimentary material has a dominant ^{238}U series, with activities ranging from 1 Bq/g per isotope to as high as 5.7 Bq/g per isotope, but with negligible ^{232}Th content. The igneous material of the Phalaborwa Complex have fairly low levels of ^{238}U and its associated daughters, (less than 0.15 Bq/g per isotope), but with elevated levels of ^{232}Th when compared with the sedimentary material. This paper will focus on the mining operations of an igneous source located in South Africa.

The mine involved received a nuclear authorisation in 1993 under the auspices of the Nuclear Energy Act, No 131 of 1993 and in the following years completed both occupational and public risk assessments as required by the authorisation. This paper place emphasis on the public risk assessment completed in 1999, the results of the subsequent routine monitoring program and expand on some of the practical problems the company had to deal with.

The public risk assessment was conducted in an integrated manner, assessing doses to members of the public via the atmospheric, aquatic and secondary pathways by the Nuclear Energy Corporation of South Africa and the subsequent routine monitoring program results evaluated and reported to the regulator by the company itself.

In conclusion it will give a brief description of the current monitoring program with a mention of possible future projects.



Nowe przepisy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej zawarte w publikacji Safety Series 115 oraz Dyrektywie Unii Europejskiej 96/29/EURATOM całkowicie zmieniły podejście do ochrony radiologicznej, zwiększając udział regulacji prawnych dotyczących naturalnej promieniotwórczości i gałęzi przemysłu z nią związanych. Trzy główne typy działalności przemysłowej zostały uznane jako gałęzie wymagające dalszej uwagi. Są to produkcja ropy i gazu ziemnego, wydobywanie i przeróbka cyrkonu, wydobywanie apatytów i fosforytów oraz produkcja nawozów fosforowych.

Podczas eksploatacji fosforytów i produkcji nawozów fosforowych pojawia się jeszcze jeden problem związany z genealogią surowców, które mogą być pochodzenia osadowego (fosforyty) lub wulkanicznego (apatyty). W fosforytach pochodzenia osadowego dominują izotopy z szeregu uranowego (^{238}U), a ich aktywność zawiera się w zakresie od 1 do 5,7 Bq/g, natomiast stężenie ^{232}Th jest do zaniedbania. W apatytach o pochodzeniu wulkanicznym (tak jak w złożach Phalaborwa w Republice Południowej Afryki) obserwuje się z kolei bardzo niskie stężenia uranu ^{238}U , nieprzekraczające poziomu 0,15 Bq/g oraz podwyższone stężenia ^{232}Th . W pracy skoncentrowano się na ocenie wpływu wydobywania apatytów na narażenie radiacyjne w Republice Południowej Afryki.

Opisana kopalnia uzyskała w 1993 roku koncesję na wydobywanie zgodnie z przepisami Prawa Atomowego (Nuclear Energy Act, No 131 of 1993). Od tego momentu prowadzono ocenę narażenia radiacyjnego pracowników jak i wpływu kopalni na środowisko i ogół ludności, zgodnie z wymaganiami określonymi w tym zezwoleniu. W artykule przedstawiono wyniki oceny narażenia radiacyjnego ludności z 1999 roku, wyniki rutynowego programu monitoringu zagrożenia oraz zwrócono uwagę na niektóre praktyczne problemy, jakie musi rozwiązywać kopalnia.

Ocena ryzyka dla populacji była prowadzona w sposób zintegrowany. Południowoafrykańska Komisja Energii Atomowej oszacowała dawki dla ludności, wynikające z obecności promieniotwórczych izotopów w powietrzu, wodzie i innych mediach. Wyniki otrzymane na podstawie rutynowego monitoringu przedstawiono instytucjom nadzorującym przez samą kopalnię.

W podsumowaniu przedstawiono skrótowy opis obecnego systemu monitoringu oraz projekt przyszłych działań w tym zakresie.

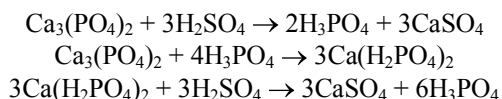
Radiological risk assessment of phosphogypsum plasterboards in homes

Ocena zagrożenia radiacyjnego związanego ze stosowaniem suchych tynków fosfogipsowych w budynkach mieszkalnych

A.J. vd Westhuizen, G.P. de Beer, Foskor, REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

Naturally occurring radioactive materials, or NORM, became the focus of regulatory interest with the publication of International Atomic Energy Agency SS115 and the subsequent publishing of European Council Directive 96/29/EURATOM. As a result, strong focus was placed on the Phosphate and Fertiliser Industry not only in Europe, but also South Africa. Foskor, together with the Fertiliser Society of South Africa (FSSA) embarked on a national industry assessment program to identify areas of risk as to ensure an optimised and cost-effective management program.

Phosphogypsum is generated during the production process of phosphoric acid from phosphate rock. Simplified reaction equations are as follow:



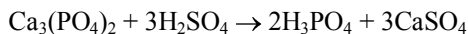
The source material contains isotopes from the natural uranium and thorium decay chains that may or may not follow the gypsum in the process. It is reported that approximately 80% of the Radium-226 follow the gypsum, whereas 86% of the uranium and 70% of the thorium are found in the phosphoric acid. It is common practice to use phosphogypsum in the building process, such as in the manufacture of plasterboards for houses etc. (Ceilings are typically made from plasterboard).

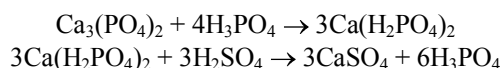
The following assessment utilises actual measurements and radon calculations to assess a first order exposure risk for members of the public, when residing in a dwelling with phosphogypsum plasterboard as part of the structure as well as to the responsible builder in terms of occupational exposure. The assessment identifies areas that may require further or more detailed investigation, depending on the level of detail required by the regulatory authority and compare it with a similar study conducted in Australia on sedimentary material.

★ ★ ★

Po opublikowaniu przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej raportu SS115 oraz wydaniu przez Komisję Europejską Dyrektywy 96/29/Euroatom, materiały zawierające naturalne izotopy promieniotwórcze (NORM) stały się obiektem zainteresowania organizacji odpowiedzialnych za tworzenie lub aktualizację przepisów prawnych. W rezultacie zakłady przetwarzające fosforyty i produkujące nawozy sztuczne, nie tylko w Europie, lecz również w Afryce Południowej, znalazły się w centrum zainteresowania. Foskor wraz z Południowoafrykańskim Towarzystwem Nawozów Sztucznych włączył się do narodowego programu oceny przemysłu, którego zadaniem jest zidentyfikowanie obszarów podwyższonego ryzyka radiacyjnego i optymalizacja zarządzania bezpieczeństwem.

Fosfogipsy powstają w trakcie produkcji kwasu fosforowego ze skał fosfatowych. W uproszczeniu zachodzące reakcje można zapisać w następujący sposób:





Surowiec stosowany do produkcji zawiera izotopy promieniotwórcze wchodzące w skład szeregu torowego i uranowego. Izotopy te mogą podczas przeróbki podlegać kumulacji w gipsie. Z doniesień literaturowych wynika, że około 80% radu ^{226}Ra kumuluje się w gipsie, a 86% izotopów uranu i 70% toru przechodzi do kwasu fosforowego. Zastosowanie odpadowych fosfogipsów do produkcji płyt kartonowo-gipsowych stosowanych do wykańczania wnętrz budynków mieszkalnych (suche tynki i sufity podwieszane) jest powszechnie przyjętym sposobem ich zagospodarowania.

Przedstawiona w pracy ocena zagrożenia opiera się zarówno na wynikach bezpośrednich pomiarów, jak i wyliczeniu zagrożenia spowodowanego radonem i została wykonana w stosunku do osób przebywających w pomieszczeniach, gdzie zastosowano tynki z fosfogipsów oraz dla pracowników zatrudnionych przy pracach związanych ze stosowaniem tego typu materiałów. Wyniki przeprowadzonej oceny ryzyka wskazują obszary, które mogą wymagać dalszych i bardziej szczegółowych badań w zależności od wymagań przepisów wykonawczych. Uzyskane wyniki zostały również porównane z rezultatami podobnych prac wykonanych w Australii, a dotyczącymi surowców skalnych pochodzenia osadowego zastosowanych do podobnych celów.

8.

Rail transport of igneous phosphate rock

Transport kolejowy apatytów

A.J. vd Westhuizen, G.P. de Beer, REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

The third Research Co-ordination Meeting on the Development of a Radiological Basis for the Transport Safety Requirements for Low Specific Activity Materials and Surface Contaminated Objects (LSA/SCO) was held in Cape Town, South Africa on the 19th to 23rd of February 2001. It has been attended by the Chief Scientific Investigators (CSI) from Brazil, Canada, France, Germany, South Africa and the United Kingdom, with the IAEA acting as Scientific Secretary. In addition to the CSI's, Observers of South Africa and Japan participated.

A Phosphate Rock and Fertiliser Producer (South Africa) participated under observer status during the event and agreed to repeat the zircon sand study for igneous phosphate rock and -phosphoric acid to support the theoretical models although the material is strictly speaking not subject to the requirements of "ST1: Regulations for the safe transport of radioactive materials".

This paper represents a partial fulfilment of the commitment, reporting on (a) the occupational exposure of loading of the phosphate rock on the rail cars, transport and unloading in the harbour (b) public exposure during rail transport and interim storage in silos and (c) give some reference to undesired events, such as spillage.

This risk assessment is based on actual measurements where possible and will only refer to modelling or theoretical calculations where no results are available.

★ ★ ★

Trzecie spotkanie koordynatorów programów dotyczących rozwoju przepisów bezpieczeństwa radiacyjnego podczas transportu niskoaktywnych materiałów oraz obiektów skażonych powierzchniowo (LSA/SCO) odbyło się w Republice Południowej Afryki, Kapsztadzie w lutym 2001 roku, pod auspicjami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Wzięli w nim udział koordynatorzy naukowcy (Chief Scientific Investigators – CSI) z Brazylii, Kanady, Francji, Niemiec, Wielkiej Brytanii i Republiki Południowej Afryki. Ponadto w konferencji wzięli udział obserwatorzy z Republiki Południowej Afryki i Japonii.

Przedstawiciele firmy „A Phosphate Rock and Fertiliser Producer” (RPA) uczestniczyli w spotkaniu w charakterze obserwatorów. Wyrazili zgodę na powtórne wykonanie badań piasków cyrkonowych w apatytach i w kwasie fosforowym w celu dostarczenia danych dla tworzenia modeli teoretycznych procesu, mimo że materiał w zasadzie nie podlega przepisom prawnym „ST1: Bezpieczny transport materiałów radioaktywnych”.

W artykule przedstawiono niektóre szczegóły uzgodnień dotyczących:

- a) narażenia zawodowego przy załadunku apatytów do wagonów, podczas transportu kolejowego i wyładunku w porcie;
- b) narażenia ludności podczas transportu oraz czasowego przechowywania w silosach;
- c) niektórych wypadków i zdarzeń, np. rozsypania materiału podczas transportu.

Ocena ryzyka radiacyjnego została oparta na wynikach pomiarów wszędzie tam gdzie było to możliwe. Modele i wyliczenia teoretyczne stosowano jedynie w przypadkach, gdy nie dysponowano żadnymi wynikami badań.

9.

NORM in building materials

NORM w materiałach budowlanych

Aliyev Chingiz, H. Cavid av., 29a, Baku, AZ 1143 AZERBAIJAN

Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, radiometry@gia.ab.az

Specific activity (C_{ef}) of building materials depends on amount of radionuclides in their composition. According to standards of radiation safety C_{ef} should not exceed a dose Bq/kg ($C_{ef} = C_{Ra} + 1,31C_{Th} + 0,085C_K$). Gamma-spectrometric investigations in Azerbaijan demonstrated that C_{ef} for building materials manufactured from natural raw materials varied from 30 to 190 Bq/kg. Average C_{ef} for Azerbaijan is 69 Bq/kg.

Products made from artificial materials should not contain radionuclides. Investigations demonstrated that sometimes C_{ef} 10 times exceeds standards and is 3800 Bq/kg at account of increased amount of radium. This strengthens hazard of their utilization. Cases are known when sources of ionizing radiation have been lost while manufacturing building blocks of cement and concrete. Being installed in dwellings they create hazardous situation. Utilization of high-radioactive industrial wastes to manufacture bricks or cement to lay floors was found out.

These data demonstrate urgency of constant control for quality of the products used in construction of buildings and dwellings.

The most effective and economic way of quality control of the building materials is gamma-spectrometric analysis. This method is scientifically grounded and passed though great practical expertise.



Aktywność właściwa ($C_{ef} = C_{Ra} + 1,31C_{Th} + 0,085C_K$) materiałów budowlanych zależy od ich składu. Zgodnie z normami bezpieczeństwa radiacyjnego wartość C_{ef} dla materiałów budowlanych nie powinna przekraczać wartości 380 Bq/kg. Badania materiałów budowlanych produkowanych w Azerbejdżanie z surowców naturalnych, przeprowadzone za pomocą spektrometrii promieniowania gamma wykazały, że obliczone dla nich wartości współczynnika C_{ef} mieszczą się w granicach od 30 do 190 Bq/kg. Wartość średnia wynosi 69 Bq/kg.

W zasadzie materiały produkowane ze sztucznych materiałów nie powinny zawierać izotopów promieniotwórczych. Przeprowadzone badania wykazały jednak, że czasami współczynnik C_{ef} może być dla nich nawet 10 razy większy od dopuszczalnego limitu i osiągać wartości przekraczające 3800 Bq/kg na skutek podwyższonych zawartości radu. Fakt ten zwiększa ryzyko związane z wykorzystaniem tych materiałów. Znane są przypadki, kiedy źródła promieniowania jonizującego zostały zagubione podczas procesu produkcji prefabrykowanych elementów betonowych. Zastosowanie później takich elementów w budynkach mieszkalnych prowadzi do wzrostu zagrożenia radiacyjnego. Stwierdzono również przypadki stosowania wysoko aktywnych odpadów przemysłowych jako dodatków do cementu wykorzystywanego następnie do produkcji pustaków lub wylewek betonowych.

Przedstawione dane uzasadniają konieczność wprowadzenia stałej kontroli jakości materiałów stosowanych w budownictwie. Jako najbardziej skuteczną i wydajną metodę do realizacji tego celu proponuje się spektrometrię promieniowania gamma.

10.

NORM in coal

Naturalne izotopy promieniotwórcze w węglu

T.A. Zolotovitskaya

H. Cavid av., 29a, Baku, AZ 1143 AZERBAIJAN, Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, radiometry@gia.ab.az

While combusting coal outburst occurs into the atmosphere: a great amount of aerosol particles containing natural radionuclides (uranium, radium, thorium and products of their decay). Concentration of radionuclides in different coals varies in Bq/kg from 3 to 520 Bq/kg for ^{238}U and from 3 to 320 Bq/kg for ^{232}Th . Degree of radionuclide contamination of the environment depends on the original matter. For this reason it is necessary to study radioactivity of coals and to select that which contains the lowest amount of harmful matters. Concentration of radionuclides in cinder grows 3–4 times as compared with the original matter as while combusting coal the organic component burns out and concentration of radionuclides in cinder and slog becomes higher.

Thus, during a slight growth of amount of uranium in coal – 90,7 Bq/kg and in ash it might be 270,3 Bq/kg. Normally amount of uranium in ash varies 500–600 Bq/kg but sometimes it is 1742 Bq/kg and even 3055 Bq/kg. This results in a heavy contamination of the environment and causes problems with the removal of such ash.

Knowing amount of radionuclides in coal and in ash, one can calculate safety level of the environmental contamination and to increase efficiency of purifying to substitute radioactive coal by coal with lower amount of uranium.



Spalanie węgla powoduje uwolnienie do atmosfery dużych ilości pyłów, zawierających naturalne izotopy promieniotwórcze, takie jak uran, rad, tor oraz ich produkty rozpadu. Stężenie izotopów naturalnych w różnych węglach na terenie kraju waha się w granicach od 3 do 520 Bq/kg w przypadku uranu ^{238}U oraz od 3 do 320 Bq/kg w przypadku toru ^{232}Th . Stopień skażenia środowiska tymi radionuklidami zależy od ich początkowej zawartości w węglu. Dlatego konieczne jest badanie promieniotwórczości węgla i wybór takich, które zawierają najniższe stężenia substancji niebezpiecznych. Aktywność właściwa izotopów naturalnych w popiołach może kilkakrotnie przewyższać jej początkową wartość w węglu, ponieważ materia organiczna ulega spalaniu, a promieniotwórcze izotopy pozostają w popiołach i żużlach.

Ustalono, że spalanie węgla zawierającego około 90 Bq/kg uranu prowadziło do powstania popiołu o zawartości uranu około 270 Bq/kg. Zazwyczaj jednak aktywność właściwa uranu w popiołach zawiera się w granicach 500–600 Bq/kg, czasem sięgając bardzo wysokich wartości takich, jak 1740, a nawet 3055 Bq/kg. Jest to przyczyną poważnych skażeń środowiska naturalnego i problemów z usuwaniem takich popiołów.

Znając aktywności izotopów naturalnych w węglach i powstających z nich popiołów można w taki sposób zoptymalizować dobór spalane go węgla, aby nie prowadziło to do ponadnormatywnych skażeń środowiska naturalnego.

11.

Radionuclide contamination of the natural environment of Absheron Peninsula (Azerbaijan)

Promieniotwórcze skażenia środowiska naturalnego półwyspu Absheron (Azerbejdżan)

Sabina Aliyeva

H. Cavid av., 29a, Baku, AZ 1143 AZERBAIJAN, Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, aliyevas@yahoo.com

The territory of Azerbaijan due to its geographical situation, the total combination of nature-climate zones and the presentation of industrial potential is the unique object of ecological researches.

One of the most ecologically problematic regions of Azerbaijan is Absheron Peninsula. The main factors of pollution in development of oil deposits are the oil and oil products. Normal radioactive background in the Absheron peninsula varies from 4 to 10 $\mu\text{R/h}$.

The problem of pollution of oil-producing areas by the radionuclides of the natural origin arises recently. Polluted by radionuclides surfaces and oil industrial equipment are discovered at almost all exploration fields surrounding the large industrial centre – Baku city. There were determined anomalous areas where intensity of gamma-radiation reaches 600 $\mu\text{R/h}$. Besides, within the Absheron peninsula there are iodine plants, the territory of which are also polluted by radionuclides of the natural origin.

The identification of the radionuclides showed that they were presented by the group of uranium-radium, the content of which reaches the high concentrations. One of the methods of

reducing the ecological intensity on the oil fields can be the utilization of underground salt brines and, probably, their usage for the medical goals.

During the process of oil-gas fields exploration (especially in the offshore area of the Caspian Sea) it is necessary to take environmental protection measures before geologic-exploration works linked with the study of radiation background of the coastal-shelf zones and radioactivity of bottom sediments. At present there is a large experience of radioecological works that can be used in creation of radiation monitoring in Azerbaijan.



Obszar Azerbejdżanu, ze względu na usytuowanie geograficzne i klimatyczne oraz duży potencjał przemysłowy, stanowi niezwykle interesujący poligon do badań ekologicznych. Szczególnie ciekawym obszarem badań jest Półwysep Absheron z bogatymi złożami ropy naftowej. Występowanie zanieczyszczeń związane jest z przemysłem wydobywczym i przeróbczym ropy naftowej. W obszarze Półwyspu naturalne tło promieniowania gamma waha się w zakresie od 4 do 10 $\mu\text{R/h}$.

Problem skażeń promieniotwórczych naturalnymi radionuklidami regionów związanych z przemysłem naftowym zaczęto podnosić dopiero w ostatnich latach. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że prawie w każdym polu wydobywczym otaczającym największe centrum przemysłowe kraju – Baku, występują skażenia promieniotwórcze gleb i sprzętu wydobywczego. Wskazano obszary, w których moc dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma sięga 600 $\mu\text{R/h}$. Na terenie Półwyspu zlokalizowane są ponadto instalacje do produkcji jodu, gdzie również stwierdzono skażenia naturalnymi izotopami.

Ustalono, że głównym źródłem skażeń promieniotwórczych są izotopy uranu i radu, których stężenia przewyższają przeciętne występujące wartości. Jedną z metod ograniczania skażeń promieniotwórczych związanych z przemysłem naftowym jest odpowiednia utylizacja słonych wód towarzyszących złożom ropy naftowej oraz możliwość wykorzystania ich do innych celów, np. medycznych.

Działania mające na celu ochronę środowiska naturalnego przed skażeniami promieniotwórczymi powinny być podejmowane przed procesem rozpoznania złóż metodami geologicznymi. Dotyczy to szczególnie pasa przybrzeżnego Morza Kaspijskiego, gdzie konieczne jest określenie naturalnego tła promieniowania gamma oraz promieniotwórczości naturalnej osadów dennych. Obecnie prowadzone są szeroko zakrojone badania i pomiary, które dadzą podstawę do opracowania systemu monitoringu skażeń promieniotwórczych Azerbejdżanu.

12.

Mitigation methods in selection places of construction sites

Ograniczanie narażenia przez odpowiedni wybór miejsc zabudowy

Aliyev Chingiz, Tamara Zolotovitskaya, Sabina Aliyeva

H. Cavid av., 29a, Baku, AZ 1143 AZERBAIJAN, Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, radiometry@gia.ab.az

One of the main tasks in selection of construction sites is study of geologic structure. Tectonic faults within construction sites represent additional hazard for buildings. Radiometric

methods allow to determine activity of fault dislocations. In radioactive fields of the earth crust only active tectonic dislocations and geodynamic zones manifest themselves.

While planning construction works it is necessary to locate buildings outside the hazardous areas. Results of surveys allowed to identify areas with increased radon exhalation. It mitigates risk of hazardous radiation of people. According to level of gamma-radiation areas of grounds of different lithologic composition are identified.

In developed countries (USA, Canada) radon investigations were conducted to evaluate high, middle and low level of radon exhalation. In these countries it is used to choose less hazardous zones. In Russia radon survey for engineer-technical construction in different areas has been conducted more and more intensive recently. This is also used for the studies of interrelation of distribution of ground radon and amount of radon in buildings.

These problems have been discussed in China recently with account of mitigation of radiation risk for population. This problem should be discussed in newly established Radon Centre (Poland).



Jednym z głównych zadań przy wyborze miejsc pod zabudowę jest rozpoznanie struktury geologicznej podłoża. Uskoki tektoniczne w obrębie zabudowy powodują dodatkowe zagrożenie dla budynków. Jednym ze sposobów ich lokalizacji i określenia aktywności jest wykorzystanie metod radiometrycznych. Aktywne uskoki oraz strefy geodynamiczne przejawiają się przez zmiany pola promieniowania skorupy ziemskiej.

Dlatego w czasie planowania zabudowy terenu jest konieczne określenie obszarów niebezpiecznych. Wyniki badań pozwalają na identyfikację miejsc ze zwiększoną ekshalacją radonu. Unikając budowy w takich miejscach można zminimalizować ryzyko radiacyjne dla mieszkańców. Z kolei mierząc moc dawki promieniowania gamma można zidentyfikować obszary o różnej litologii.

W krajach rozwiniętych (USA, Kanada) badania radonowe są prowadzone w celu określenia wysokiego, średniego czy niskiego potencjału radonowego. Pod zabudowę wybiera się w tych krajach obszary o niższym ryzyku. W Rosji badania radonowe do celów inżynierskich są bardziej intensywnie prowadzone dopiero w ostatnich latach. Prowadzone są też badania korelacji między stężeniami radonu w gruncie i w budynkach.

Takie problemy są także dyskutowane w Chinach z punktu widzenia zmniejszania narażenia radiacyjnego populacji. Chcielibyśmy, aby te aspekty były przedmiotem wymiany doświadczeń w ramach stworzonej w Polsce Międzynarodowej Sieci Centrum Radonowe.

**Natural radionuclides in rare earth industry
and their environmental effects****Występowanie naturalnej promieniotwórczości w procesie produkcji
pierwiastków ziem rzadkich i ich wpływ na środowisko**Xiaolin Hou¹⁾, Weiyue Feng²⁾¹⁾ Risø National Laboratory, NUK-202, DK-4000 Roskilde, DENMARK²⁾ Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Science, Beijing, CHINA

The environmental problem of naturally occurring radioactive material (NORM) in phosphate, petroleum and natural gas, and coal industries have been well known and widely investigated. But a few investigations were done for the occurring, migration and radiation problem to workers of NORM in rare earth industry. Uranium and thorium are associated with rare earth ore. As high as 7% and 0.25% of Th and U in rare earth ore was reported, all radionuclides in the uranium and thorium decay series are therefore exist in the rare earth ore, and distribute in the working place and waste in the rare earth industry. China has more than 70% of inventory of rare earth ore, and produced 60.000 tons of rare earth products every year, tens times of waste containing NORMs was therefore produced. It induced a relative environmental problem. The current status of NORM studies in rare earth industry in China is reviewed in this paper. The type and distribution of rare earth ore in China and their radiation level is first introduced. The radiation level of working place in some rare earth factories is also presented, finally the concentrations of U, Th and their long-lived daughter radionuclides in the waste and their environmental effects are reviewed.



Problemy ochrony środowiska związane z występowaniem naturalnej promieniotwórczości (NORM) w przetwórstwie fosforytów, wydobywaniu ropy naftowej i gazu oraz górnictwie węgla kamiennego są znane i powszechnie badane. W przemyśle wytwarzającym pierwiastki ziem rzadkich, badań dotyczących występowania oraz zachowania się naturalnej promieniotwórczości w trakcie procesów technologicznych i powodowanego przez nie zagrożenia radiacyjnego pracowników, przeprowadzono dotąd niewiele.

Zawartość uranu i toru w rudach lantanowców osiąga odpowiednio 0,25 i 7% wagowo. W minerałach obecne są również wszystkie izotopy promieniotwórcze wchodzące w skład tworzonych przez nie szeregów promieniotwórczych. W trakcie procesów technologicznych izotopy rozprzestrzeniają się w środowisku pracy i przedostają do odpadów.

W Chinach znajduje się ponad 70% zinwentaryzowanych światowych zasobów rud lantanowców. W kraju tym produkuje się rocznie 60 000 ton metali ziem rzadkich. Jako produkt uboczny powstaje około 10 razy więcej odpadów zawierających podwyższone zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych, które powodują określone problemy z punktu widzenia ochrony środowiska. Niniejsza praca przedstawia aktualną sytuację w chińskim przemyśle metali ziem rzadkich. Zawiera przegląd występujących w Chinach rud lantanowców pod kątem zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych, ocenę poziomu zagrożenia radiacyjnego w niektórych zakładach przetwarzających te rudy, oraz wyniki pomiarów stężenia NORM w odpadach i skutki ich wpływu na środowisko.

Crying wolf! How to deal with presumed radioactive contamination**Jak radzić sobie z domniemanym skażeniem promieniotwórczym**

Heldio P. Villar, Carlos de Austerlitz Campos

Centro Regional de Ciências Nucleares, Rua Cônego Barata, 999 – Tamarineira, Recife, BRAZIL, 52110-120, hpvillar@cnen.gov.br

Reports concerning the occurrence of malignancies and cancer cases among the population caused by the presence of radioactive materials in the environment are not unusual in Brazil. The country's Nuclear Energy Commission, CNEN, is always assigned to launch an investigation in such cases. As a result, human and financial resources are usually committed in operations that, more often than not, end up by discovering that claims are not related to radiation. This time, alarmist reports from the small town of Lajes Pintadas, in the backlands of the Brazilian north-eastern state of Rio Grande do Norte, concerning the occurrence of stillborn and malformed children and of cancer cases among the adult population, reached the state capital. A team from the Regional Nuclear Sciences Centre, CNEN's institute for the north-east, was dispatched to Lajes Pintadas to look for the effective presence of environmental radionuclides and to investigate the reported occurrence of malignancies caused by radiation. Due to the well-known dangers related to launching an investigation on a subject so controversial and prone to misinterpretation by the media and the public, a novel approach, both in technical and philosophical terms, was attempted and that proved to be crucial for the success of the whole undertaking: two years on, no more reports on health problems in Lajes Pintadas were published.



Raporty o występowaniu groźnych chorób lub przypadków nowotworów, których przyczyną jest obecność materiałów promieniotwórczych w środowisku nie są w Brazylii czymś nadzwyczajnym. Państwowa Komisja Energii Jądrowej, CNEN, zobowiązana jest w każdym takim przypadku do przeprowadzenia dochodzenia. W rezultacie jednak, powołane z dużym nakładem finansowym zespoły stwierdzają najczęściej, że przyczyną tych przypadków nie jest promieniowanie jonizujące. Aktualnie dotarły do stolicy kraju alarmistyczne doniesienia z małego miasta Lajes Pintadas, w głębi północno-wschodniego brazylijskiego stanu Rio Grande do Norte, dotyczące występowania poronień i deformacji u dzieci, a także przypadków raka wśród dorosłej populacji. Zespół Regionalnego Ośrodka Badań Jądrowych, należącego do CNEN, instytutu obejmującego swoim zasięgiem północny wschód kraju, został wysłany do Lajes Pintadas do zbadania, czy w środowisku rzeczywiście są obecne radionuklidy i czy jest to związane z przypadkami chorób, o których donoszono. Z powodu dobrze znanych niebezpieczeństw związanych z rozpoczęciem badań w tak kontrowersyjnych przypadkach i w obawie przed złą interpretacją przez media i otoczenie, zostało przygotowane nowe podejście do problemu obejmujące zarówno stronę techniczną, jak i filozoficzną całego zagadnienia. Okazało się ono kluczowe dla pozytywnego rozwiązania i zrozumienia całości problemu: w ciągu dwu lat nie został opublikowany żaden nowy raport o problemach zdrowotnych w Lajes Pintadas.

Environmental radiological impact by a fertilizer complex in the Ebro river (Spain)

Wpływ przemysłu produkcji nawozów sztucznych na skażenia promieniotwórcze środowiska naturalnego na przykładzie rzeki Ebro (Hiszpania)

E. Costa¹⁾, J.A. Sanchez-Cabeza¹⁾, J. Garcia¹⁾, P. Masqué¹⁾, J.O. Grimaltb²⁾

¹⁾ Institut de Ciències i Tecnologia Ambiental-Departament de Física, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, SPAIN

²⁾ Department of Environmental Chemistry, Institute of Chemical and Environmental Research (CSIC), Jordi Girona 18, 08034-, Barcelona, SPAIN

In this work we report the distribution of U and Th series radionuclides in the disposal area located in the vicinity of a fertilizer production complex in the Ebro river. This industry produces dicalcium phosphate (DCP), used as a source of calcium and phosphorus for domestic animals. The wastes are released into 5 dumping areas in the Flix hydro electrical reservoir, producing the presence of 5 sedimentary lobules near the river shore. A sediment core (longitude circa 1.5 m) was collected from each lobule. The concentrations of natural radionuclides determined by γ -spectrometry, clearly showed the enhancement of concentrations in the sediments since the beginning of production in 1973. The activities observed ranged from ^{238}U ($42\text{--}11\,000\text{ Bq kg}^{-1}$), ^{210}Pb ($32\text{--}5600\text{ Bq kg}^{-1}$), ^{226}Ra ($21\text{--}9900\text{ Bq kg}^{-1}$), ^{232}Th ($10\text{--}163\text{ Bq kg}^{-1}$). These concentrations may be of concern as it is well known that radionuclides such as ^{210}Pb can be accumulated by certain aquatic organisms. However, concentrations in water samples collected downstream, until the Ebro delta, have not shown the presence of enhanced levels of ^{226}Ra .



W pracy prezentujemy rozkład skażeń izotopami z serii uranowej i torowej w rzece Ebro, w sąsiedztwie zakładów produkcji nawozów sztucznych. W zakładach produkowany jest fosforan dwuwapniowy (DCP), stosowany jako źródło wapnia i fosforu, które wzbogacają dietę zwierząt hodowlanych. Odpady odprowadzane na 5 zwałowisk w obszarze zbiornika hydroelektrowni Flix utworzyły w tych miejscach wzniesienia przy brzegu rzeki. Z każdego zwałowiska osadów pobrano rdzeń o długości około 1,5 m. Na podstawie wyników analizy spektrometrii gamma stwierdzono, że w porównaniu ze stanem z 1973 roku, kiedy uruchomiono produkcję nawozów, stężenie naturalnych radionuklidów w badanych osadach uległo wyraźnemu podwyższeniu. Zmierzone aktywności wahają się obecnie w zakresach: $42\text{--}11\,000\text{ Bq kg}^{-1}$ dla uranu ^{238}U , $32\text{--}5600\text{ Bq kg}^{-1}$ dla ołowiu ^{210}Pb , $21\text{--}9900\text{ Bq kg}^{-1}$ dla radu ^{226}Ra , $10\text{--}163\text{ Bq kg}^{-1}$ dla toru ^{232}Th .

Wzrost koncentracji pewnych izotopów, jak na przykład ołowiu ^{210}Pb , może być spowodowany zdolnością kumulowania ich przez pewne organizmy wodne. Jednak pomiary zawartości izotopu radu ^{226}Ra w próbkach wód pobieranych z rzeki Ebro, od miejsca produkcji nawozów aż do delty rzeki, nie wykazały podwyższonych koncentracji tego izotopu.

16.

Assessment of NORM in Saudi Aramco Facilities

Występowanie materiałów NORM w instalacjach naftowych Saudi Aramco

Khalid Mously, Osama Fageeha, Michael Cowie

Environmental Protection Department, Saudi Aramco
Dhahran 31311, SAUDI ARABIA, mouslyka@aramco.com

It has been established that Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) accumulates at various locations along the oil/gas production process. Components such as wellheads, separation vessels, pumps, and other processing equipment can become NORM contaminated. This can create a potential radiation hazard to workers and the environment.

Saudi Aramco Environmental Protection Department initiated a program to identify the extent, form and level of NORM contamination associated with their operations. This paper provides an overview of Saudi Aramco's NORM assessment program and highlights lessons learned and knowledge gained.

★ ★ ★

Stwierdzono, że naturalne substancje promieniotwórcze (NORM) kumulują się na różnych etapach procesu wydobywczego ropy naftowej i gazu ziemnego. Takie elementy instalacji, jak głowice odwiertów, separatory, pompy, czy inne urządzenia wydobywcze mogą zostać skażone materiałami, zawierającymi NORM. Może to powodować narażenia radiacyjne pracowników i zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Departament Ochrony Środowiska firmy Saudi Aramco zainicjował program badania występowania, formy oraz poziomu skażeń naturalnymi izotopami promieniotwórczymi powiązanymi z jej procesami wydobywczymi. Praca zawiera przegląd wyników programu badawczego Saudi Aramco w odniesieniu do materiałów typu NORM i naświetla zdobyte przy tym doświadczenia oraz zgromadzoną wiedzę.

17.

The ^{238}U – ^{234}Th equilibrium in soil samples

Równowaga ^{238}U – ^{234}Th w próbkach gleby

D. Mrđa, I. Bikit, J. Slivka, M. Vesković, Lj. Čonkić, N. Todorović, E. Varga, S. Ćurčić

Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 4, 21 000 Novi Sad, SERBIA AND MONTENEGRO, bikit@im.ns.ac.yu

At gamma-spectrometric measurements on environmental samples the ^{238}U activity is determined from the gamma-lines of its first daughters ^{234}Th and ^{234}Pa . The 24.1 d half-life of ^{234}Th might be in principle sufficient to disturb the ^{238}U – ^{234}Th equilibrium in environmental samples. In few recent articles the possibility of quick ^{238}U determination by means of gamma-spectroscopy was challenged on this base. In the paper we present the results of gamma-spectroscopic measurements on soil samples performed immediately after sampling and about

1 year after the sampling. The ^{238}U – ^{234}Th equilibrium in fresh samples is discussed and the limits of the accuracy of quick ^{238}U determination are presented.

★ ★ ★

W pomiarach gamma-spektrometrycznych próbek środowiskowych stężenie ^{238}U jest określone na podstawie linii gamma jego izotopów pochodnych ^{234}Th i ^{234}Pa . Okres połowicznego zaniku ^{234}Th wynosi 24,1 dnia i w zasadzie jest wystarczający, aby w tego typu próbkach doszło do zaburzenia równowagi promieniotwórczej pomiędzy ^{238}U i ^{234}Th . W ostatnim okresie w kilku artykułach opisano przypadki, gdy w szybkim oznaczaniu ^{238}U za pomocą spektrometrii promieniowania gamma przeszkodą był ten właśnie efekt. W naszym artykule przedstawiamy porównanie wyników pomiarów próbek gleby, wykonanych natychmiast po ich pobraniu i po upływie około 1 roku. Przedstawiono także dyskusję na temat stopnia równowagi ^{238}U – ^{234}Th w świeżo pobranych próbkach, jak również oszacowania dokładności wyników szybkich pomiarów ^{238}U .

18.

Radioactivity of the food at Novi Sad markets

Radionuklidy w żywności z targowisk Nowego Sadu

Ester Z. Varga, Ištvan S. Bikit, Jaroslav M. Slivka, Nataša M. Žikić-Todorović,
Miroslav J. Vesković, Ljiljana U. Čonkić, Dušan S. Mrđa

¹⁾ Department of Physics, Faculty of Sciences,

²⁾ University of Novi Sad, SERBIA AND MONTENEGRO

³⁾ Corresponding author: Ester Varga,

⁴⁾ Department of Physics, Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 4, 21000 Novi Sad, SERBIA AND MONTENEGRO, tel/fax:+381 21 455318, ester@im.ns.ac.yu

Foods bought at Novi Sad markets were investigated by gamma-spectrometric measurements. Milk and dairy products, cereals and cereals products, fruit, vegetable, meat and meat products, tea, herb, salt, mineral water, cacao etc. were collected. The activity concentration of 20 radionuclides in each sample was measured for 50 000 s. The average radiation ingestion dose is estimated only for radionuclide ^{40}K for all foodstuff groups and the results are compared with the results of earlier measurements.

Key words: food, radioactivity, radionuclide, gamma-spectrometry, ^{40}K , ingestion dose.

★ ★ ★

Zawartość radionuklidów w produktach żywnościowych zakupionych na targach w Nowym Sadzie mierzono za pomocą metody spektroskopii gamma. Badano próbki mleka i produktów mlecznych, kasz, wody mineralnej, owoców, warzyw, mięsa i jego przetworów, herbaty, ziół, kakao itp. Oznaczano aktywność właściwą 20 radionuklidów w każdej próbce, stosując czas pomiaru 50 000 s. Średnia dawka otrzymana na skutek wniknięcia drogą pokarmową została oszacowana tylko dla izotopu potasu ^{40}K we wszystkich badanych próbkach. Wyniki porównano z istniejącymi danymi z pomiarów wykonanych w latach poprzednich.

Słowa kluczowe: żywność, radionuklidy, spektrometria gamma, ^{40}K , dawka na skutek wniknięcia drogą pokarmową.

19.

Natural restoration of a Spanish estuary historically affected by anthropogenic inputs of natural radionuclides

Naturalne oczyszczanie estuariów skażonych naturalnymi izotopami promieniotwórczymi pochodzenia antropogenicznego w Hiszpanii

M. Villa¹⁾, A. Absi²⁾, H. P. Moreno³⁾, R. García-Tenorio²⁾, G. Manjón²⁾

¹⁾ Facultad de Física. Universidad de Sevilla. Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear. Av. Reina Mercedes, s/n. 41008-Sevilla, SPAIN

²⁾ E. T. S. Arquitectura. Universidad de Sevilla, SPAIN. Departamento de Física Aplicada II. Av. Reina Mercedes, 2. 41012-Sevilla. manjon@us.es

³⁾ E. U. Arquitectura Técnica. Universidad de Sevilla. Departamento de Física Aplicada II. Av. Reina Mercedes, 2. 41012-Sevilla, SPAIN

The Odiel estuary, placed in the southwest of Spain, has been historically affected by the waste releases of several factories devoted to the production of phosphoric acid and phosphate fertilizers. A portion of the wastes was directly released into the Odiel River and other portion, about 80%, were stored in air opened piles, which could be affected by tidal processes. It is well known that these wastes are clearly enriched in radionuclides belonging to the uranium-series; being quite well documented the clear radioactive impact produced by them in several compartments of this estuary.

But the waste policy of the commented factories drastically changed in 1998. Since this year all the wastes are stored in well-protected piles without interaction with the surrounding environment. For instance, the water used for transferring these wastes is recycled. The consequences of the new wastes treatment relatives to the radioactive evolution of the estuarine environment are the main objective of this work. For that, we have studied the time evolution of activity concentration of several natural radionuclides in the estuary.

According to the previous studies, which have described the radioactive impact before 1998, the natural radionuclides more relevant are ^{226}Ra , ^{238}U , ^{234}U and ^{210}Po . In order to analyse, since the interruption of the releases until today, the time evolution of the activity concentrations of such radionuclides in the estuary, water and sediment samples were collected in three different campaigns (1999, 2001 and 2002). These results as well as their activity ratios are shown in this work and compared to the observed ones before 1998, when the releases occurred, showing that the contamination by natural radionuclides of the estuary is clearly decreasing nowadays. According to this tendency, the activity concentration enhancements caused by phosphoric factories, and consequently their radioactive impact, can be neglected in few years.

★ ★ ★

Estuarium Odiel, w południowo-zachodniej Hiszpanii, od wielu lat było miejscem odprowadzania odpadów z produkcji kwasu fosforowego i nawozów fosforowych. Odpady odprowadzane były częściowo bezpośrednio do rzeki Odiel, częściowo zaś gromadzone

w otwartych składowiskach, narażonych na działanie pływów morskich. W odpadach występują podwyższone zawartości naturalnych radionuklidów z szeregu uranowego, powodujące skażenia estuariów. Od 1998 roku sposób postępowania z odpadami z fabryk produkujących nawozy sztuczne uległ zasadniczym zmianom. Od tego czasu wszystkie odpady gromadzone są w dobrze chronionych zwałowiskach, których wpływ na środowisko naturalne ograniczony jest do minimum. Na przykład woda z hydrotransportu odpadów poddawana jest recyklingowi. Głównym celem pracy jest określenie, jaki wpływ na poziom skażeń estuariów ma nowy sposób postępowania z odpadami. W tym celu prześledzono zmiany aktywności właściwej kilkunastu radionuklidów występujących w środowisku estuariów.

Zgodnie z wynikami badań prowadzonych przed 1998 rokiem, istotny wpływ na stan skażeń estuariów miały izotopy ^{226}Ra , ^{238}U , ^{234}U i ^{210}Po . W celu prześledzenia zmian koncentracji wyżej wymienionych izotopów pobierano próbki osadów i wód w trakcie trzech kampanii pomiarowych w latach 1999, 2001 i 2002. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów oraz ich porównanie z danymi z okresu, kiedy odpady odprowadzane były do środowiska bez żadnych ograniczeń. Stwierdzono wyraźny spadek zanieczyszczeń powodowanych naturalnymi substancjami promieniotwórczymi. Jeśli tendencja spadkowa utrzyma się, w ciągu kilku lat skażenia promieniotwórcze estuariów powodowane odpadami z przemysłu przetwarzającego fosforyty będą pomijalnie niskie.

20.

TENORM regulatory framework in Brazil **Regulacje prawne z zakresu TENORM w Brazylii**

Horst Fernandes, Mariza Franklin, Monica Pires do Rio

Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), BRAZIL
Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), BRAZIL

Mining activities in Brazil are spread all over the territory. Many of these industries are suspected to cause undue exposures of workers and members of the public. Because of that, the Brazilian Nuclear Energy Commission (CNEN) through the Institute of Radiation Protection and Dosimetry (IRD) carried out a comprehensive investigation work to detect the most important ones, in respect to potential radiological impacts, and formulate the basis of a national regulatory framework to deal with the problem.

The work selected some ore processing industries, e.g., coal, niobium, phosphate and gold mining industries to be investigated. In parallel, the situation of the gas and oil industries, as well as from other industries like mineral sands and tin processing plants have been investigated by means of non-regulatory inspections.

Work methodology consisted of the examination of the individual operational process. Residues and liquid effluents were sampled from every single release point. The working places were also characterized by means of dust sampling, radon and gamma radiation measurements. The mobility of radionuclides from the wastes was assessed as well as the overall exposure of members of the general public, both in present (operational) and future (post-operational) scenarios.

The collected data permitted the construction of a robust data-base indicating the occurrence of major areas to be addressed in terms of remediation/clean up activities.

The results allowed the regulatory authority to issue a Regulatory Standard with the Brazilian Department of Mineral Production (DNPM) – CNEN.NE.4.10 (www.cnen.br). The standard divides the installations in three categories according to the total activity concentrations in the ore (or any residue) and the radiological dose. The first category encompasses industries that show activity concentrations above 500 Bq.g^{-1} and doses above 1.0 mSv.y^{-1} ; the second encompasses installations that lies down in the range between $500\text{--}10 \text{ Bq.g}^{-1}$, and the third one involves industries where the concentrations are smaller than 10 Bq.g^{-1} and doses bellow 1.0 mSv.y^{-1} . Different requirements are made to industries lying down in these ranges. As a result, it is expected that many of them will have to adopt remediation/clean up strategies that will require the assistance of specialized technical work.



Przemysł górniczy rozproszony jest na całym obszarze Brazylii. Przypuszcza się, że wiele gałęzi tego przemysłu powoduje zagrożenia radiacyjne pracowników i osób postronnych. Z tego względu brazylijska Komisja Energii Jądrowej, CNEN, przez Instytut Ochrony Radiologicznej i Dozymetrii (Institute of Radiation Protection and Dosimetry – IRD) przeprowadziła wszechstronne prace badawcze w celu wskazania takich dziedzin przemysłu i sformułowania podstaw krajowego systemu prawnego w tym zakresie.

Wybrano kilka przemysłów przetwórczych, np. górnictwo węgla, niobu, fosfatów i złota, do przeprowadzenia badań. Równolegle, zbadano sytuację w przemyśle naftowym i gazowym, a także w zakładach produkcji piasków mineralnych i cyny przez ponadplanowe inspekcje.

Metodologia opierała się na prześledzeniu poszczególnych operacji technologicznych. W każdym punkcie wylotowym pobierano próbki osadów i ścieków. W poszczególnych miejscach pracy wykonano pomiary zapylenia, stężenia radonu i natężenia promieniowania gamma. Badano mobilność radionuklidów zawartych w odpadach, jak i również narażenie osób przebywających w sąsiedztwie tych obiektów przemysłowych, uwzględniając obecny charakter ich działalności, jak i sytuację po zamknięciu zakładów. Zebrane dane pozwoliły na opracowanie obszernej bazy danych zawierającej informacje o obszarach, na których należy podjąć niezbędne działania naprawcze, włącznie z likwidacją skażeń.

Wyniki tych prac umożliwiły prawodawcy, wspólnie z Departamentem Produkcji Mineralnej (DNMP), na opracowanie normy CNEN.NE.4.10 (www.cnen.br). Norma dzieli instalacje na trzy kategorie ze względu na aktywność właściwą rudy (lub innego minerału) i dawkę promieniowania. Do pierwszej kategorii zaliczane są przemysły wytwarzające materiały o aktywności właściwej powyżej 500 Bq.g^{-1} i stwarzające możliwość wchłonięcia dawki większej niż 1 mSv.rok^{-1} ; do drugiej – przemysły wytwarzające materiały o aktywności właściwej zawierającej się w granicach $500\text{--}10 \text{ Bq.g}^{-1}$, zaś do trzeciej – przemysły, w których wytwarzane są materiały o aktywności właściwej niższej niż 10 Bq.g^{-1} , a dawki nie przekraczają 1 mSv.rok^{-1} . Zróznicowano wymagania dla przemysłów zaliczonych do poszczególnych kategorii. W rezultacie oczekuje się, że wiele z nich wdroży strategię zapobiegania i/lub usuwania skażeń przy użyciu specjalistycznych środków technicznych.

The first radon map of Vojvodina

Pierwsza mapa radonowa Wojwodiny

S. Ćurčić, I. Bikit, Lj. Čonkić, M. Vesković, J. Slivka, Lj. Čonkić, E. Varga,
N. Žikić-Todorović, D. Mrđa

Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Novi Sad, SERBIA AND MONTENEGRO, Trg Dositeja Obradovica 4, 21 000 Novi Sad bikit@im.ns.ac.yu

Radon is a naturally occurring radioactive gas. Radon is the alpha emitter and decays to short-lived daughters (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi and ^{214}Po). Radon partially decays in material where it has been generated and partially moves rapidly by concentration-driven diffusion into the open air. Underlying soil is the main source of indoor radon. However, building's materials also may contribute to elevated indoor radon concentration, especially in combination with low ventilation. In this paper the results of the first radon mapping in Vojvodina are presented. Indoor radon activity concentration in air has been measured at the whole area of the province Vojvodina (on about 2000 locations) by plastic track detectors CR-39. On the base of the obtained results, the average indoor activity concentrations of ^{222}Rn for individual municipalities and for the whole province of Vojvodina (144 ± 120) Bq/m^3 were estimated.

Almost 20% of the measurements are over the 200 Bq/m^3 and 4% of the measurements are significantly elevated indoor radon concentrations. The results are above the expected values for the plains districts, despite the normal concentrations of ^{238}U , maybe due to underground waters. The dependence of indoor radon on the location and type of the houses and flats is discussed.



Radon jest naturalnie występującym gazem promieniotwórczym. Podczas rozpadu emituje promieniowanie alfa i ulega przemianie na krótkożyciowe produkty rozpadu radonu (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi i ^{214}Po). Jego rozpad przebiega częściowo w materii, w której powstał, częściowo zaś, wskutek procesu dyfuzji, przedostaje się do powietrza atmosferycznego. Głównym źródłem radonu w budynkach są gleba i skały podłoża. Może się jednak zdarzyć i tak, że stężenie radonu w budynku w dużym stopniu zostanie zwiększone wskutek przedostawania się radonu z materiałów budowlanych, zwłaszcza w warunkach, kiedy wentylacja jest słaba. W pracy zaprezentowano wyniki pomiarów, na podstawie których sporządzono pierwszą mapę radonową Wojwodiny. Stężenie radonu w budynkach mieszkalnych zlokalizowanych w tym okręgu zmierzone zostało za pomocą detektorów śladowych CR-39 (2000 punktów pomiarowych). W oparciu o otrzymane rezultaty oceniono średnie stężenie radonu ^{222}Rn zarówno dla poszczególnych miejscowości, jak i dla całego rejonu (144 ± 120 Bq/m^3). Prawie 20% otrzymanych wyników przewyższało wartość 200 Bq/m^3 . W 4% zmierzone wartości były szczególnie wysokie.

Otrzymane wyniki są wyższe od wartości spodziewanych dla terenów równinnych, mimo że stężenie uranu ^{238}U jest tam na zwykłym poziomie. Być może jest to spowodowane występowaniem w tym rejonie cieków podziemnych. W pracy przedyskutowano również zależność stężenia radonu wewnątrz budynków i w mieszkaniach od ich typu i lokalizacji.

Evaluation of occupational radiological exposures associated with fly ashes from French coal power plants

Ocena zagrożenia zawodowego związanego z popiołami lotnymi z francuskich elektrowni węglowych

Jean-Pierre Degrange, Samuel Lepicard

CEPN, BP-48, 92263, Fontenay-aux-Roses, FRANCE, degrange@cepn.asso.fr

The French Ministry of Health is preparing a series of decrees for transposing into French regulation the Euratom 96/29 Directive title VII concerning in particular the work activities where natural radioactive substances are handled and used, but not for their radioactive, fertile or fissile properties. Coal power stations belong to a preliminary list of industrial sectors potentially concerned by this transposition and the decrees' calendar of preparation includes a consultation period allowing to collect information about the possible dosimetric impacts on various population groups of these industrial sectors. At the request of the two French operators of coal power stations, Electricité de France (EDF) and the National Company of Electricity and Thermics (SNET), CEPN has evaluated occupational radiological exposures resulting from the industrial activities which bring into play fly ashes produced by the French coal power stations.

In a first step, the various stages of the French fly ashes cycle were studied, namely their production, handling and transport, storage, and recycling (mainly in building materials and road constructions). In a second step, reference groups of workers likely to receive significant doses were identified. Finally, a series of exposure scenarios, aiming to be both conservative and realistic, were described on the basis of realistic exposure data (when available) together with generic values and simplifying assumptions. In the absence of dosimetric measurements, individual exposures were evaluated using appropriate models for external irradiation, dust and radon inhalation, ingestion and transfer in the biosphere.

Estimated annual individual doses range from fractions to hundreds of microsieverts per year and maximum doses are associated with situations where external contribution is largely dominating (tailings works, road construction). Sensitivity analyses were performed to evaluate the impact on dose estimates of possible variations of the calculation parameters. This study should provide both industrial and regulatory bodies with a methodological approach enabling to pinpoint situations in the French context that may be calling for a particular attention in terms of radiation protection.

This paper summarises the methodology of the assessment as well as the characteristics and individual doses results associated with the most important scenarios.



Francuskie Ministerstwo Zdrowia przygotowuje serie rozporządzeń dostosowujących francuskie prawo do wymagań Dyrektywy 96/29/EURATOM RECYCLING w zakresie dotyczącym szczególnie działalności związanej z wykorzystaniem substancji promieniotwórczych, ale niezwiązanych bezpośrednio z energetyką jądrową, produkcją materiałów rozszczepialnych, czy bezpośrednim zastosowaniem źródeł promieniotwórczych w przemyśle lub medycynie. Elektrownie węglowe zostały wstępnie zaliczone do dziedzin przemysłu, których powyższe regulacje prawne mogą dotyczyć.

Kalendarz przygotowywania ww. rozporządzeń przewiduje pewien okres czasu konieczny na konsultacje i zgromadzenie koniecznych informacji na temat możliwego wpływu tego rodzaju przemysłu na stan zagrożenia radiacyjnego poszczególnych części populacji. W rezultacie dwie francuskie firmy posiadające elektrownie węglowe: Electricité de France (EDF) i National Company of Electricity and Thermics (SNET) przy współpracy z CEPN przeprowadziły ocenę zawodowego zagrożenia radiacyjnego w dziedzinach przemysłu związanego z wykorzystaniem popiołów lotnych.

Pierwszy krok stanowiła analiza całego cyklu obiegu popiołów, poczynając od ich produkcji, transportu i magazynowania, a kończąc na ich utylizacji, głównie przy produkcji materiałów budowlanych. Następnie zostały wytypowane referencyjne grupy pracowników, dla których prawdopodobieństwo otrzymania podwyższonych dawek było największe. Dla grup tych została przeprowadzona analiza rozmaitych scenariuszy powstawania zagrożenia, opierających się zarówno na schematycznych, typowych założeniach, jak i danych pochodzących z bezpośrednich obserwacji i pomiarów w konkretnych sytuacjach. W przypadku braku bezpośrednich danych pomiarowych, indywidualne narażenie było szacowane na podstawie odpowiednich modeli napromienienia zewnętrznego, wniknięć drogą pokarmową i oddechową i transferu do biosfery.

Oszacowana roczna dawka indywidualna zawiera się w przedziale od ułamków do setek mikrosiwertów na rok. Maksymalne dawki związane są z sytuacjami, gdzie dominujące znaczenie ma napromieniowanie zewnętrzne (składowanie odpadów, roboty drogowe). Przeprowadzono dokładną analizę wpływu przyjętych do obliczeń parametrów na ostateczny wynik oceny otrzymywanych dawek.

Praca zawiera wyniki oceny dawek promieniowania otrzymywanych w najbardziej prawdopodobnych sytuacjach związanych z wykorzystywaniem popiołów, jak i również podsumowanie stosowanych metod.

Wyniki tej pracy powinny dostarczyć solidnych podstaw merytorycznych, co może być wykorzystane przez podmioty odpowiedzialne za tworzenie prawa, jak również zarządzające francuską energetyką węglową, do precyzyjnego wyselekcjonowania sytuacji, w których wymagana jest interwencja z punktu widzenia ochrony radiologicznej.

23.

Recycling of ^{232}Th contaminated tungsten scrap

Utylizacja złomu elektrod wolframowych skażonego ^{232}Th

U. Quade, W. Müller

Siempelkamp Nukleartechnik GmbH Siempelkampstrasse 45 D 47803 Krefeld GERMANY, wolfram.mueller@siempelkamp.com

In Krefeld, Germany, Siempelkamp operates a melting plant to treat steel scrap contaminated with natural radioactivity, mercury and other chemical and toxic substances. The so-called GERTA plant is licensed according to the German BImSchG (federal law on protection against environmental pollution).

The facility is equipped with a net frequency induction furnace and has an annual capacity of 2000 t/a. The purpose is to produce a final metal product, which is completely free of all contamination and can be released to the steel cycle without any limitations.

So far, the input has been carbon or stainless steels with contamination of ^{226}Ra as main nuclide in case of NORM contamination or elementary mercury from oil and gas producing facilities or from chlorine electrolysis.

In a recent project, more than 130 t of tungsten and molybdenum contaminated with radioactive ^{232}Th from the production of welding electrodes, have been successfully decontaminated and have been converted into a Fe-W-Mo-alloy, which could be sold as a high value product. By this way, up to 25 wt-% of tungsten/molybdenum could be dissolved in an iron melt and the thorium-oxide could be transferred to the slag.

The slag can be released for recycling, if the 1 mSv/a-criterion for workers and population according to the current German radiation protection ordinance is fulfilled.

In an expert opinion it was ascertained, that according to the typical distribution of throughput in the GERTA plant, specific activities up to 65 Bq/g ^{232}Th and 87 Bq/g ^{226}Ra can be accepted in the slag.

This paper describes the “tungsten project” in terms of metallurgy, radiation protection and legislation.



W Krefeld, Niemcy, firma Siempelkamp posiada zakład przetopu, przeznaczony do utylizacji złomu skażonego naturalną promieniotwórczością, rtęcią i innymi toksycznymi substancjami chemicznymi. Tak zwany zakład GERTA jest uprawniony do wykonywania takiej działalności na podstawie zezwolenia wydanego zgodnie z federalnymi przepisami ochrony środowiska.

Zakład ten wyposażony jest w piec indukcyjny (50 Hz) który umożliwia przetopienie około 2000 ton złomu na rok. Podstawowe zadanie tego zakładu to oczyszczanie materiału wsadowego w takim stopniu, aby był dopuszczony bez ograniczeń do normalnego cyklu produkcji stali.

Dotychczas materiał wejściowy stanowiła stal węglowa lub nierdzewna skażona radem, lub innymi naturalnymi izotopami promieniotwórczymi lub rtęcią pochodząca z przemysłu naftowego, gazowego lub produkującego chlor.

Ostatnio, ponad 130 ton wolframu i molibdenu skażonego radioaktywnym torem ^{232}Th pochodzących z produkcji elektrod spawalniczych było z powodzeniem przetworzone w wolny od skażeń stop Fe-W-Mo, nawiasem mówiąc, produkty osiągające wysokie ceny na rynku. W ten sposób, do 25% wolframu/molibdenu mogło być rozcieńczone w roztopionym żelazie, a tor, w postaci tlenku toru, został skumulowany w żużlu.

Zgodnie z niemieckimi przepisami żużel może być dopuszczony do swobodnej utylizacji, jeżeli osoby zatrudnione w tego typu procesie technologicznym oraz osoby postronne nie są narażone na pochłonięcie dawki wyższej niż 1 mSv/rok. W opinii ekspertów, na podstawie właściwości strumienia materiałów przechodzących przez zakład GERTA, można przyjąć, że średnie zawartości ^{232}Th i ^{226}Ra powinny wynosić odpowiednio 65 i 878 Bq/kg.

Niniejszy artykuł opisuje wspomniany powyżej „projekt – wolfram” z punktu widzenia metalurgii, ochrony radiologicznej i ochrony środowiska.

On the measurement of ^{40}K in natural and synthetic materials by the method of high-resolution gamma-ray spectrometry

Pomiary stężenia ^{40}K w materiałach naturalnych i syntetycznych z wykorzystaniem metody wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma

N. Lavi¹⁾, F. Groppi²⁾, Z.B. Alfassi³⁾

¹⁾ Environmental Services Company Ltd., Environmental Radiation Laboratory, Tel Aviv, ISRAEL, Lavi@enviro-services.co.il

²⁾ Università degli Studi and INFN-Milano, L.A.S.A., via Filli Cervi 201, I-20090 Segrate, Milano, ITALY, @mi.infn.it

³⁾ Department of Nuclear Engineering, Ben Gurion University, Beer Sheva, ISRAEL, Alfassi@bgumail.bgu.ac.il

In the measurement of Natural Occuring Radioactive Material (NORM) the concentrations of ^{40}K , ^{232}Th and ^{238}U are measured by passive gamma ray spectrometry with either HPGe or NaI(Tl) detectors.

^{40}K is measured through its 1460.8 γ line. However till now it was ignored that this line is mixed with the 1459.2 keV line of ^{228}Ac from the the chain of ^{232}Th . A correction must be made for this contribution.

All the data in literature has wrong data about the concentration of ^{40}K although in many cases the error is less than 1%. However there are cases of considerably higher errors. It should be emphasized that even if the correction in ^{40}K concentration is large the correction of external dose index is negligible due to the higher weighing factor for ^{232}Th than for ^{40}K (by at least a factor of 10).

★ ★ ★

Podczas badań substancji zawierających naturalnie występujące materiały promieniotwórcze (NORM), stężenia izotopów ^{40}K , ^{232}Th oraz ^{238}U są najczęściej mierzone z zastosowaniem spektrometrii promieniowania gamma oraz detektorów półprzewodnikowych HPGe lub detektorów scyntylacyjnych NaI(Tl).

Potas ^{40}K jest oznaczany przez linię 1460,8 keV. Najczęściej jednak ignorowany jest fakt, że ta linia nakłada się na linię 1459,2 keV pochodzącą od ^{228}Ac , który jest elementem szeregu ^{232}Th . Dlatego w pomiarach powinna być wykonywana korekta natężenia tej linii.

Z powyższego powodu wszystkie dane literaturowe, dotyczące stężeń ^{40}K są obarczone błędem, chociaż w wielu przypadkach nie przekracza on 1%. Zdarza się jednak, że nieuwzględnienie interferencji linii aktynej z potasową prowadzi do znacznie większych nieopiewności oznaczeń. Należy też podkreślić, że w przypadkach, gdy uwzględniana poprawka dla oznaczanego stężenia ^{40}K jest znacząca, wówczas konieczne jest także jej uwzględnienie przy określaniu wielkości dawki promieniowania gamma z powodu znacznie większego współczynnika wagowego dla ^{232}Th niż dla ^{40}K (różniących się co najmniej o rząd wielkości).

Soil contamination in a rural site used for rare earth industry by-product disposal

Skażenia gleby w obszarach wiejskich, powodowane gromadzeniem produktów ubocznych z produkcji metali ziem rzadkich

C. Briquet¹⁾, D. Lauria²⁾

¹⁾ Comissão Nacional de Energia Nuclear/CNEN Rua General Severiano, 90 Rio de Janeiro, BRAZIL, cbriquet@cnen.gov.br

²⁾ Instituto de Radioproteção e Dosimetria/CNEN Av. Salvador Allende, s/no Rio de Janeiro, BRAZIL, dejanira@ird.gov.br

In the past the processing of monazite aiming production of rare earth elements was performed in São Paulo state. This industry produced large quantities of byproducts and wastes: cake II (uranium and thorium hydroxides) and mesothorium cake ($\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$). At that time the National Commission of Nuclear Energy – CNEN didn't have regulations for this kind of activities. At the moment CNEN is preparing regulations regarding NORM processing industries and also for intervention situations.

Between 1975 and 1981, 3500 tons of cake II was stored in seven rectangular concrete pits three meters deep, surrounded by 30 cm concrete walls and floor, which were built for this purpose in a country area of São Paulo state, a region of farms. A river flows across the property into the public water supply of a city, 12 km far from the site. Activity concentrations of ^{228}Ra varying from 0.5 to 50 Bq/g were identified in the soil by a preliminary survey, which indicates that the site was contaminated by radionuclides of the ^{232}Th series from the by-products and wastes. The inhabitants of the region are very concerned about the situation.

The purpose of this paper is to identify and characterize the extension of the contamination in the soil and to derive guideline concentrations with the goal of the site remediation. Besides, an assessment of public risk perception has been performed. This assessment will give support to introduce the public participation in remediation process and establish a work methodology, in order to obtain a more effective communication between regulator and society.



W przeszłości w regionie São Paulo prowadzono przeróbkę monacytów dla pozyskiwania metali ziem rzadkich. Przemysł ten jest źródłem znacznej ilości odpadów i produktów ubocznych takich, jak: wodorotlenki uranu i toru (znane pod nazwą cake II) oraz osad mezotoru ($\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$). Działająca w owym czasie Państwowa Komisja Energii Atomowej (CNEN) nie dysponowała przepisami regulującymi taki rodzaj działalności. Aktualnie CNEN przygotowuje przepisy dotyczące NORM w przemyśle wydobywczym i przeróbczym oraz wytyczne działania w przypadkach występowania tego typu zagrożeń.

W latach 1975–1981, w siedmiu prostopadłościennych betonowych zbiornikach o głębokości 3 metrów otoczonych betonowymi ścianami i podłogą o grubości 30 centymetrów, zdeponowano 3500 ton wodorotlenków uranu i toru (cake II). Zbiorniki zbudowano specjalnie w tym celu w obszarze rolniczym regionu São Paulo. W odległości 12 kilometrów od miejsca gromadzenia osadów przepływa rzeka, zasilająca miejskie ujęcie wody pitnej. Wstępne pomiary prowadzone na tym obszarze pokazały, że stężenia radu ^{228}Ra w glebie wahają się w zakresie od 0,5 do 50 Bq/g. Wynik ten wskazuje, że źródłem skażeń są odpady zawierające

izotopy z szeregu torowego. Mieszkańcy rejonu są zaniepokojeni rezultatami dotychczasowych badań.

Zadaniem prowadzonych badań jest określenie rozmiaru i charakterystyki skażeń w celu wskazania właściwej metody rekultywacji terenu. Ponadto przeprowadzono badania społecznego odbioru problematyki skażeń promieniotwórczych. Badania te wspomogą opracowanie schematów porozumiewania się ze społecznościami lokalnymi w celu włączenia ich do procesu remediacji skażonych terenów, a także ułatwią dialog między organami tworzącymi przepisy a społeczeństwem.

26.

Passive antineutrino sounding of spatial distribution of radioactive elements in the Earth depths

Badania przestrzennego rozkładu pierwiastków promieniotwórczych we wnętrzu Ziemi za pomocą pasywnego profilowania antyneutrinowego

V.D. Rusov¹⁾, V.M. Pavlovich²⁾, V.M. Vaschenko³⁾

¹⁾ Odessa National Polytechnic University, UKRAINE

²⁾ Kiev Institute for Nuclear Research, UKRAINE

³⁾ Ukrainian Antarctic Center, UKRAINE

The method is offered of the Earth depth antineutrino sounding with the help of antineutrino registration by several detectors located at different points of the Earth surface.

The modern knowledge about structure, element composition, physical condition of plutonic layers of the earth crust, the mantle and core of the Earth are insufficient for the solution of many problems. For example, the information about the element structure of the Earth mantle and core can help during refinement of an earth type planet formation models its evolution. At the same time, the knowledge of quantity and spatial distribution of radioactive elements in the Earth depth will enable to update a heat balance of the Earth, that can essentially influence on the development of climate models and methods of forecasting of climate change, and also, in general, on our ideas about a nature of energy-mass processes in plutonic entrails of the Earth. The especially practical problem of obtaining of more detail contours of radioactive elements fields is also important. All these problems are connected with determination of spatial distribution and quantity of radioactive elements in the Earth depth, and its can be solved with the help of antineutrino sounding of our planet.

Except the type and quantity of nucleous, which emit antineutrino, the determination of a spatial distribution of these nucleous is very important. It can be made with the help of a passive detection and ranging methods, which have reached high perfection during the last years due to practical requirements of medicine, military applications and development of computer equipment. The problem of antineutrino sounding of the Earth depth is similar with some differences to problems of a medical tomography and problem of a passive electromagnetic or sound detection and ranging of moving objects.

The technology of passive sounding requires large interdetection base. The size of this base should be as greatest as possible in order to achive the maximum accuracy of measurements. Therefore for sounding of the planet depth, it is necessary to place detectors at the opposite points of the globe, for example, one detector is placed in Antarctic Continent, second

– in Europe, third – in Asia and so on. All detectors should be connected by the common electronic circuit, which will ensure correlation measurements.

The arrangement of one or several detectors in Antarctic Continent or Greenland can be useful from the several points of view. First, it can be placed under a thick enough layer of ice, which will ensure the space radiation detector screening. Secondly, ice can serve as the detector material, and the size of the detector in this case will limit only by available quantity of photomultipliers and detectors of neutrons, so the size of the detector will be determined by the accessible cost and experimental expediency.

Thus, the organization of antineutrino-correlation experiments with the purpose of passive sounding of the Earth, on the one hand, opens the exclusive capabilities of the direct identification of a radioactive element spatial distribution in the Earth mantle and core, and on the other hand, can help to solve some relevant problems during the refinement of the planet formation models. For example, to find out the connection between the field of magma speed and the complex rotation and transmittion motion of continental plates.



Zaproponowana metoda badań wnętrza Ziemi oparta jest na pasywnym profilowaniu z wykorzystaniem antyneutrino, które są rejestrowane przez kilka detektorów, znajdujących się w różnych punktach na powierzchni Ziemi.

Współczesna wiedza na temat struktury, składu, czy warunków fizycznych panujących w skorupie ziemskiej, płaszczu, czy jądrze Ziemi, jest niewystarczająca do rozwiązania wielu problemów. Dla przykładu, wiedza na temat składu pierwiastkowego płaszczu i jądra Ziemi mogłaby pomóc w stworzeniu lepszego modelu ewolucji planet typu ziemskiego. Jednocześnie wiedza na temat wielkości i rozkładu przestrzennego izotopów promieniotwórczych w głębokich warstwach może pozwolić na poprawienie bilansu ciepła Ziemi, co zasadniczo wpłynęłoby na rozwój modeli klimatycznych oraz metod przewidywania zmian klimatu. Dodatkowo, może pozwolić na lepsze poznanie natury przemian energetycznych i masowych we wnętrzu Ziemi, a praktycznym efektem byłoby uzyskanie pełniejszego rozkładu przestrzennego izotopów promieniotwórczych.

Wszystkie te problemy są związane z możliwością określenia rozkładu przestrzennego i aktywności pierwiastków promieniotwórczych w głębokich warstwach, co może być rozwiązane za pomocą profilowania naszej planety za pomocą antyneutrino.

Metody pasywnej detekcji oraz przetwarzania obrazu osiągnęły wysoki poziom w ostatnich latach w związku z ich zastosowaniami w medycynie, czy wojskowości, jak też rozwojem techniki komputerowej. Problem profilowania za pomocą antyneutrino jest nieco podobny do problemów, występujących w tomografii oraz w pasywnych metodach elektromagnetycznego czy akustycznego wykrywania obiektów znajdujących się w ruchu.

Technika pasywnego profilowania wymaga posiadania dużej matrycy detekcyjnej. Jej wielkość powinna być tak duża, jak to jest możliwe w celu uzyskania jak najlepszej dokładności pomiarów. Dlatego dla profilowania wnętrza planety konieczne jest rozmieszczenie detektorów praktycznie na całej kuli ziemskiej (Antarktyda, Europa, Azja i pozostałe kontynenty). Wszystkie detektory muszą być ze sobą powiązane za pomocą układów elektronicznych, zapewniających korelacje w pomiarach.

Umieszczenie jednego czy kilku detektorów na Antarktydzie i Grenlandii może być użyteczne z kilku powodów. Po pierwsze, można je umieścić pod grubą warstwą lodu, co zapewni osłonę przed promieniowaniem kosmicznym. Po drugie, lód może służyć jak detektor, a wielkość detektora będzie w tym przypadku limitowana tylko ilością dostępnych fotopowielaczy i detektorów neutronów. Wówczas rozmiar detektora będzie zależał przed wszystkim od dostępnych środków finansowych i możliwości eksperymentalnych.

Dlatego organizacja eksperymentów dla pasywnego profilowania wnętrza Ziemi z wykorzystaniem korelacji antyneutrinowych, otwiera z jednej strony niezwykle możliwości bezpośredniej identyfikacji rozkładu przestrzennego pierwiastków promieniotwórczych w płaszczu i jądrze Ziemi, a ponadto wyniki mogą być wykorzystane do uzupełnienia modelu powstawania planet. Mogłoby to pomóc w określeniu związków między prędkością magmy i rotacją Ziemi, czy ruchem płyt kontynentalnych.

27.

Status of radon dosimetry in Zambian underground mines

Stan dozymetrii radonowej w kopalniach podziemnych w Zambii

P. Hayumbu¹⁾, S. Mulenga²⁾, M. Nomai¹⁾, P. Mulenga¹⁾, R. Katebe¹⁾, P. Shaba¹⁾, T. Chunga³⁾, D. Inambao³⁾, F. Mangala²⁾, P. Tembo²⁾, Y. Malama²⁾

¹⁾ National Institute for Scientific and Industrial Research (NISIR), Lusaka, ZAMBIA

²⁾ Konkola Copper Mines plc (KCM), Chingola, ZAMBIA

³⁾ Radiation Protection Service (RPS), Lusaka, ZAMBIA

The Zambian economy has significantly relied on copper and cobalt mining in the relatively uraniferous Katanga Basin with a potential hazard of radon for over 50 years now. The radon preliminary survey of Hayumbu et al (1998) showed that at least 30% of the 42 randomly sampled sites in 8 underground mines had radon levels over 1000 Bq/m³ (IAEA, 1996).

This paper outlines on-going radon dosimetry activities in Zambian underground mines and presents radon grab sampling and personal measurements at one of the mines identified to have high radon concentrations during the preliminary survey.

References

1. Hayumbu P., Malikana E.M. and Hussain M.M. (1998), Preliminary Survey of Radon Levels in Some Copper/Cobalt/Pyrite Underground Mines in Zambia, NISIR, Lusaka.
2. International Atomic Energy Agency (IAEA), (1996), IAEA Basic Safety Series No. 115, Vienna.

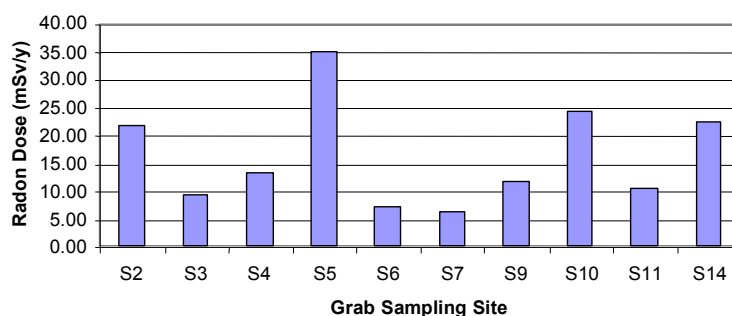


Figure 1. Radon Grab Sample Measurements of September 2002

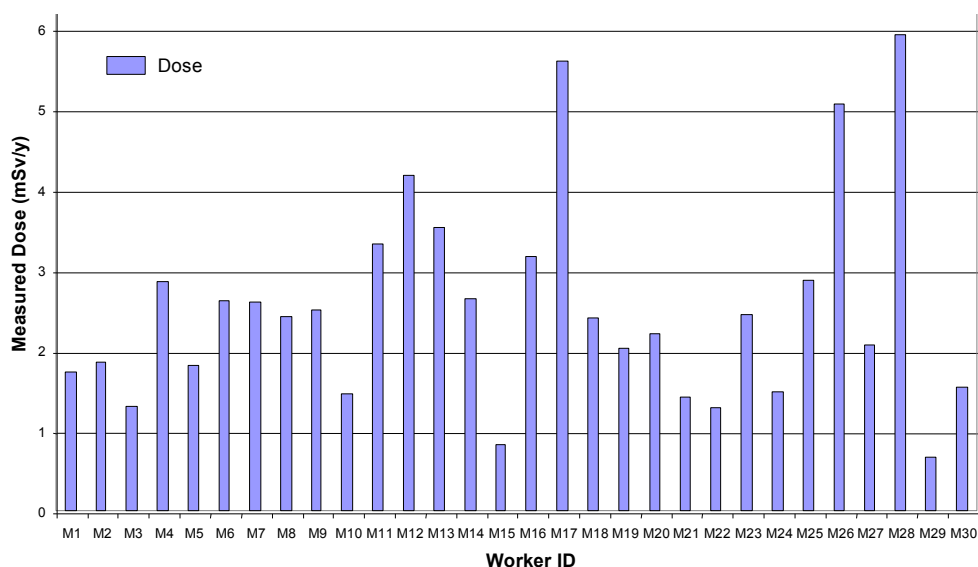


Figure 2. Radon Personal Measurements of September 2002 – June 2003

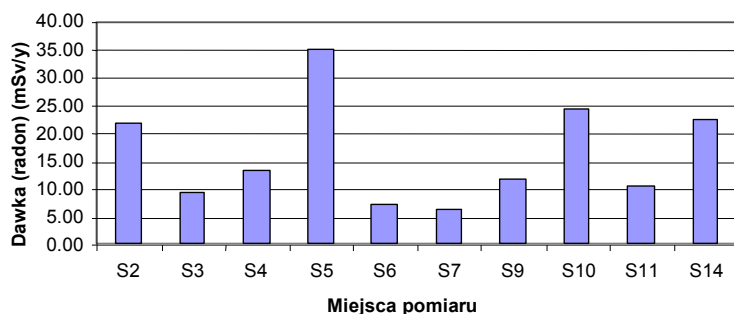
★ ★ ★

Zambijska gospodarka w znaczącym stopniu opiera się na wydobyciu miedzi i kobaltu w Zagłębiu Katanga, gdzie występują utwory o wysokich stężeniach uranu. Może to powodować narażenia radiacyjne na radon, a wydobycie w tym zagłębiu prowadzone jest od ponad 50 lat. Wstępne badania przeprowadzone przez Hayumbu i współpracowników (1998) wykazały, że w co najmniej 30% z 42 losowo wybranych punktów pomiarowych w 8 kopalniach podziemnych, stężenia radonu przekraczały poziom 1000 Bq/m^3 (IAEA, 1996).

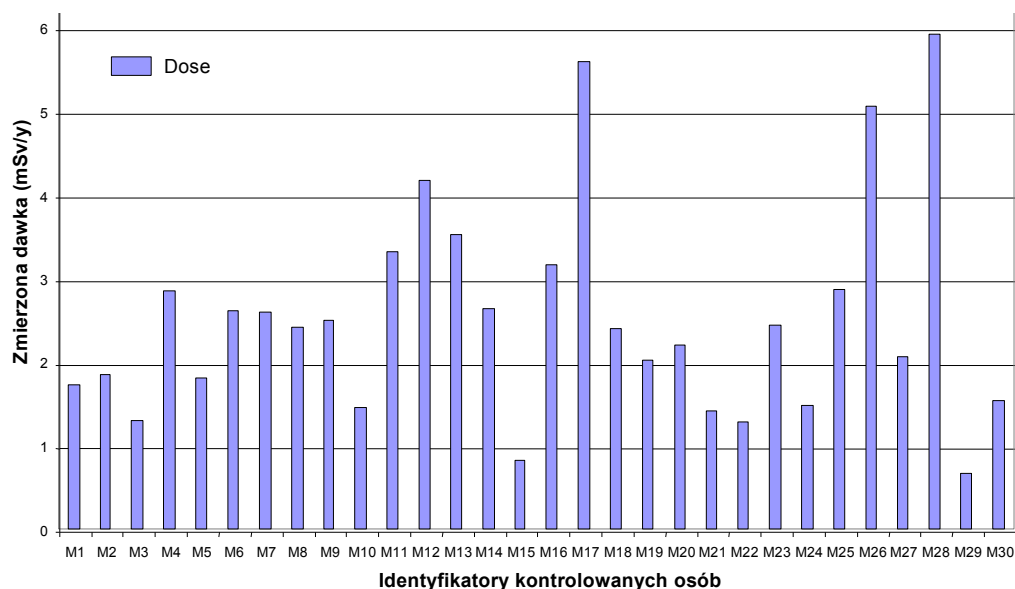
W pracy przedstawiono wyniki badań, uzyskane w ramach prowadzonej w podziemnych kopalniach w Zambii dozymetrii radonowej. Zaprezentowano także wyniki pomiarów środowiskowych i indywidualnych w jednej z kopalń, gdzie w trakcie wstępnego monitoringu stwierdzono wysokie stężenia radonu.

Literatura

1. Hayumbu P., Malikana E.M. and Hussain M.M. (1998), Preliminary Survey of Radon Levels in Some Copper/Cobalt/Pyrite Underground Mines in Zambia, NISIR, Lusaka.
2. International Atomic Energy Agency (IAEA), (1996), IAEA Basic Safety Series No. 115, Vienna.



Rys. 1. Wyniki chwilowych pomiarów we wrześniu 2002



Rys. 2. Wyniki dozymetrii indywidualnej w okresie wrzesień 2002 – czerwiec 2003

28.

The radon dosimeter combining charcoal canisters and TLD deTectors type MCP-N (LiF: Mg, Cu, P)

Dawkomierz radonowy z węglem aktywnym wyposażony w detektory termoluminescencyjne typu MCP-N (LiF: Mg, Cu, P)

Joanna Bogacz, Maciej Budzanowski, Ryszard Haber

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences, PL-31-342 Kraków, Radzikowskiego 152 St., POLAND, Joanna.Bogacz@ifj.edu.pl

A method of measurement of radon concentration in air is based on high-sensitivity LiF: Mg, Cu, P (MCP-N, TLD Poland) thermoluminescent detectors installed in charcoal canisters [1].

To increase the radon measurement accuracy and to decrease detection threshold the new charcoal canister construction has been proposed. This makes possible to measure low radon concentration typically occurring in dwellings.

A calibration curve has been determined by exposing the canisters for 72 h in the calibration chamber IFJ-KR-600 with a radon concentration from 50 to 500 Bq/m³.

It has been found that in these conditions the signal registered by the TL detectors is proportional to the ²²²Rn concentration and the lowest limit of detection is at a level of 50 Bq/m³.

The proposed method can be used in a routine measurements radon concentration in dwellings.

1. J. Bogacz, J. Mazur, J. Swakoń, M. Budzanowski, P. Olko MCP-N (LiF: Mg, Cu, P) TLDs for radon measurements with charcoal canisters. Rad. Prot. Dos. 101(1-4),267-270 (2002).

★ ★ ★

Metoda pomiaru stężenia radonu w powietrzu polega na wykorzystaniu detektorów termoluminescencyjnych LiF: Mg, Cu, P (MCP-N, TLD POLSKA) charakteryzujących się wysoką czułością, które są instalowane w pojemniku zawierającym węgiel aktywny [1].

W celu zwiększenia dokładności pomiaru stężenia radonu oraz obniżenia progu detekcji zaproponowano nową konstrukcję pojemnika na węgiel aktywny, co umożliwi pomiar stężenia radonu na poziomie typowym dla mieszkań.

Krzywą kalibracji określono eksponując detektory w komorze radonowej IFJ-KR-600 przez 72 godziny w stężeniach od 50 do 500 Bq/m³. W tak określonych warunkach sygnał z detektorów TL jest proporcjonalny do stężenia radonu ²²²Rn, a dolny limit detekcji wynosi 50 Bq/m³.

Omówiona metoda może być zastosowana do realizacji rutynowych pomiarów stężenia radonu w mieszkaniach.

1. J. Bogacz, J. Mazur, J. Swakoń, M. Budzanowski, P. Olko MCP-N (LiF: Mg, Cu, P) TLDs for radon measurements with charcoal canisters. Radiation Protection Dosimetry, 101(1-4), 267-270 (2002).

29.

NORM and decommissioning of nuclear facilities

NORM a wycofywane z użytku instalacje jądrowe

Kurt Robert Geber

Diplomate of the American Board of Health Physics, 8909 Colchester Ridge Road Knoxville, Tennessee 37922, UNITED STATES, g8rvol@aol.com

Recent experience in the United States has shown that NORM (naturally occurring radioactive material) can cause interference in the final status survey which is necessary to release

a decommissioned nuclear facility from its license. Radiological assessments conducted in support of license termination often do not discriminate between nuclear materials which are part of the nuclear fuel cycle and those that are naturally occurring in the environment. Because of the greater linear energy transfer of alpha radiations, those naturally occurring isotopes that decay with the emission of an alpha particle are the cause of particular consternation. In addition, interpretation of data is confounded by the contributions of radiocaesium, iodine, and technetium contaminations deposited in the environment from nuclear weapons testing and accidents such as that which occurred at Chernobyl in 1986. Discussed are experiences and effective methods for discriminating between NORM and licensed materials during the application of field scanning and data reduction.

★ ★ ★

Ostatnie doświadczenia z USA pokazały, że materiały NORM (naturalnie występujące materiały promieniotwórcze) mogą wpływać na wyniki badań, które prowadzi się w celu

uzyskania zwolnienia z obowiązku kontroli radiologicznej wycofywanych z użytku elementów instalacji jądrowych. W rezultacie przeprowadzanych badań nie ma możliwości odróżnienia, które skażenia powstają bezpośrednio na skutek działania reaktora jądrowego, a które powodowane są przez izotopy promieniotwórcze występujące w sposób naturalny w środowisku. Problemy stwarzają głównie naturalne izotopy będące źródłem promieniowania o dużym współczynniku liniowego przekazywania energii. Dodatkowym źródłem kłopotów są zaś takie izotopy, jak cez, jod i technet, które znalazły się w środowisku w następstwie prób z bronią jądrową i awariami elektrowni jądrowych takimi, jak np. w Czernobylu w 1986 roku. W artykule przedyskutowano doświadczenia oraz skuteczne metody rozróżniania pochodzenia NORM i odpadów promieniotwórczych w czasie pomiarów polowych i analizy danych.

30.

Importance of sampling in relation of the gamma spectroscopic analyses of NORM material

Znaczenie sposobu poboru próbek w badaniach materiałów NORM z wykorzystaniem spektrometrii gamma

L.P.M. van Velzen, C.W.M. Timmermans

NRG vof, THE NETHERLANDS

In the Netherlands problems arose with naturally occurring radioactive materials (NORM) and enhanced concentrations of NORM (TENORM; Technical Enhanced NORM) in the mid eighties of the last century and was due to discussions about reuse of fly ash in building and road construction materials.

Gamma spectroscopic analyses of NORM and TENORM samples were at that time still in its infancy. Nowadays different gamma spectroscopic analyse techniques exists all with their specific accuracy.

Nowadays state of the art techniques are able to assess the specific activity of uranium and thorium chains present in the variety of NORM and TENORM material with accuracies between 2 and 10%, even when daughters nuclides are not in equilibrium with their mothers.

This means in practice that the error due to sampling of NORM material has become and will be more and more important by the radiological characterization of samples of NORM and TENORM materials. This importance will also increase by implementing the EC directive L 159, 1996 in national legalisations of the European Community member states. The specific activity of samples has then to be calculated according to the weighted sum method as described in EC directive L 159.

An overview of the different (existing) gamma spectroscopic analyse techniques, from straight forward up to state of the art techniques, will be presented including their unique advantages and disadvantages.

Further special attention will be given to representative sampling of NORM and TENORM materials in practice, in order to minimize sampling error and thus minimizing the overall error. Applicable standards and guidelines will be discussed and also how to comply with these standards and guidelines in practice.

★ ★ ★

Problemy z naturalną promieniotwórczością (NORM) oraz wzmożoną promieniotwórczością naturalną będącą następstwem różnych procesów technologicznych (TENORM) zaczęły narastać w Holandii w połowie lat 80. ubiegłego stulecia w związku z dyskusjami nad wykorzystaniem popiołów lotnych w budownictwie oraz drogownictwie.

Badania materiałów zawierających NORM i TENORM za pomocą spektrometrii gamma były w tym czasie dopiero w fazie rozwoju. Obecnie wykorzystuje się różnorodne techniki spektrometryczne, charakteryzujące się dużą precyzją. Stan techniki umożliwia obecnie określenie aktywności właściwej izotopów z szeregu uranowego czy torowego z dokładnością między 2–10%, nawet w przypadkach, gdy izotopy z danego szeregu nie są w równowadze promieniotwórczej w różnych materiałach typu NORM czy TENORM.

W praktyce oznacza to, że coraz istotniejszym problemem teraz i w przyszłości staje się niepewność spowodowana sposobem poboru próbek zawierających naturalne izotopy promieniotwórcze. Znaczenie prawidłowego poboru próbek wzrasta po wprowadzeniu do krajowego systemu legislacyjnego Dyrektywy Komisji Unii Europejskiej L 159 (1996). Aktywność właściwa badanych próbek musi być obecnie obliczana jako średnia ważona zgodnie z tą Dyrektywą.

Przegląd różnych metod gamma-spektrometrycznych, od najprostszych do najbardziej zaawansowanych, jest przedstawiony w niniejszej pracy wraz z ich zaletami i ograniczeniami.

Ponadto specjalną uwagę zwrócono na praktyczne problemy, jakie pojawiają się przy poborze próbek reprezentatywnych materiałów zawierających materiały NORM czy TENORM. Ma to na celu ograniczenie możliwości błędów podczas poboru, a tym samym minimalizację całkowitego błędu analiz spektrometrycznych. Przedstawiono również standardy postępowania i wytyczne wraz z dyskusją na temat ich wprowadzania w praktyce.

31.

Factors controlling measurements of mass radon exhalation coefficient

Czynniki wpływające na pomiar masowego współczynnika ekshalacji radonu

Nguyen Dinh Chau, Stefan J. Kalita, Edward Chruściel, Łukasz Prokólski

Faculty of Physics and Nuclear Techniques, AGH University of Sciences and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, POLAND

The determination of mass radon exhalation coefficient usually consists of measurements of radon contents in an emanation chamber containing a certain sample of investigated material as a function of radon growth time. The procedure seems to be simple, however results of radon exhalation coefficient measurement of the same investigated material from different laboratories usually differ. To answer the question, the authors attempted to investigate some factors such: sample mass, the ratio of a sample to emanation chamber volumes (volume ratio V_p/V_k), sample granulation and moisture.

To investigate the above mentioned factors an emanation chamber of a volume of 10 dm³ and a Lucas cell with radiometer pylon AB-5 were used. The measurement procedure of the radon exhalation coefficient is described as follows: an investigated sample of a known mass and volume was closed tightly in the emanation chamber, then the growing of radon content in the chamber was measured. The radon contents were measured every 24 hours or so. The

typical curve describing the relation between the radon content (N) in the emanation chamber and time (t) is presented in Fig. 1. The curve of Fig. 1 can be presented by a well known equation

$$N(t) = a(1 - \exp(-bt))$$

where $a = (E_m \cdot b)/m$, b is decay constants of radon, E_m is the mass radon exhalation coefficient [$\text{Bq} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$] and a – sample mass [kg]. In Tables 1, 2 and 3, the measured values of radon exhalation coefficient are presented for samples of the different mass, different volume ratios V_p/V_k , different grain sizes and humidity.

The results given in Tables 1a & 1b show that the measured values of radon exhalation coefficient strongly depend on physical sample parameters. So they should be reported together with the measured values of mass radon exhalation coefficient. The trial of explanation of this phenomenon will be published by Chau et al (2004).

This work was partly sponsored by the Polish Radon Center

Chau N.D., Kalita K.J., Chruściel E., Prokólski Ł. 2004 „Factors controlling measurements of mass radon exhalation coefficient”, Journal of Environmental Radioactivity (under preparation).

Neznal M., 2002, The international measurement of mass radon exhalation coefficient of some building materials. Unpublished report, Czech Republic, September 2002.

Table 1.

Mass [kg]	V_p/V_k	$E_m \pm 2\sigma$ ($\mu\text{Bq} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)
0.05	0.0057	185 ± 15
0.10	0.0140	189 ± 12
0.20	0.0273	209 ± 8
0.35	0.0412	215 ± 7
0.50	0.0570	212 ± 6
0.70	0.0800	175 ± 8
1.00	0.1130	168 ± 4

Table 2.

Grain sizes	$E_m \pm 2\sigma$ ($\mu\text{Bq} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)
<1 mm	165 ± 6
1–2 mm	167 ± 5
2–4 mm	170 ± 7
>4 mm	225 ± 11
–	–
–	–
–	–

Table 3.

Humidity [%]	$E_m \pm 2\sigma$ ($\text{Bq} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)
0	129 ± 4
2	212 ± 6
6	302 ± 11
10	217 ± 7
–	–
–	–
–	–

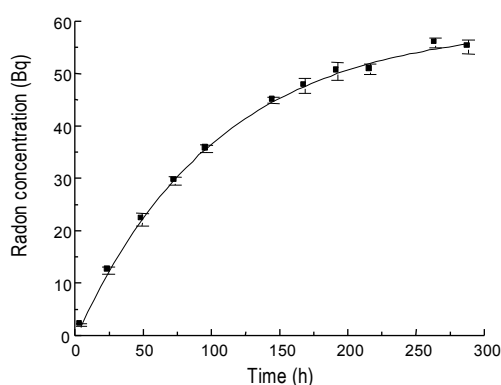


Fig. 1. The typical curve describing a relation between Rn content & time

★ ★ ★

Procedura określenia masowego współczynnika ekshalacji radonu zwykle polega na pomiarze wzrostu zawartości radonu w czasie w szczelnie zamkniętej komorze emanacyjnej zawierającej badaną próbkę. Procedura ta wydaje się być prosta, jednak wyniki pomiarów wykonanych przez różne laboratoria dla tego samego materiału zwykle są zróżnicowane [Neznal 2002]. Dla wyjaśnienia tego faktu, autorzy postanowili zbadać wpływ na wynik pomiaru takich czynników, jak: masa próbki, iloraz objętości próbki VP do objętości komory VK (VP/VK), frakcja ziarnowa i wilgotność badanej próbki.

Do przeprowadzenia pomiaru zastosowano komorę emanacyjną o rozmiarach 20·20·25 cm (VK = 10 dm³) i komorę Lucasa z scyntylatorem ZnS współpracującą z radiometrem AB-5 (produkt firmy Pylon Electronic). Zastosowaną procedurę pomiarową można w skrócie opisać następująco: próbka badana o znanych parametrach takich, jak masa, objętość, frakcja ziarnowa i wilgotność, była umieszczona w szczelnie zamkniętej komorze emanacyjnej, a następnie mierzono zawartość radonu w komorze. Pomiar zawartości radonu wykonywany był codziennie aż do uzyskania nasycenia. Typowa krzywa doświadczalna zależności aktywności radonu od czasu, licząc od momentu zamknięcia próbki w komorze została przedstawiona na rys. 1. Krzywa ta jest dobrze opisana równaniem

$$N(t) = a(1 - \exp(-bt))$$

gdzie $a = (E_m \cdot b)/m$, b jest stałą rozpadu radonu, E_m jest masowym współczynnikiem ekshalacji radonu [$Bq \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$] a m – masa próbki [kg]. W tabelach 1, 2 i 3 przedstawiono zmierzone wartości masowego współczynnika ekshalacji radonu dla próbek o różnych: masach, VP/VK, frakcjach ziarnowych i wilgotnościach.

Jak widać masowy współczynnik ekshalacji radonu jest silnie zależny od parametrów fizycznych próbki i badanego materiału. Z powyższych rozważań wynika, że przy podaniu zmierzonych wartości masowego współczynnika ekshalacji radonu danego materiału powinno się podawać równocześnie parametry fizyczne badanych próbek. Próba wyjaśnienia obserwowanych zależności współczynnika ekshalacji radonu od zmiany parametrów fizycznych próbki badanego materiału jest przedstawiona w pracy [Chau'a i wsp. 2004].

Praca częściowo jest sponsorowana przez Polskie Centrum Radonowe.

Chau N.D., Kalita K.J., Chruściel E., Prokólski Ł. 2004 „Factors controlling measurements of mass radon exhalation coefficient”, Journal of Environmental Radioactivity w przygotowaniu do druku.

Neznal M. 2002, The international measurement of mass radon exhalation coefficient of some bulding materials. Unpublished raport, Czech Republic September 2002.

Tabela 1.

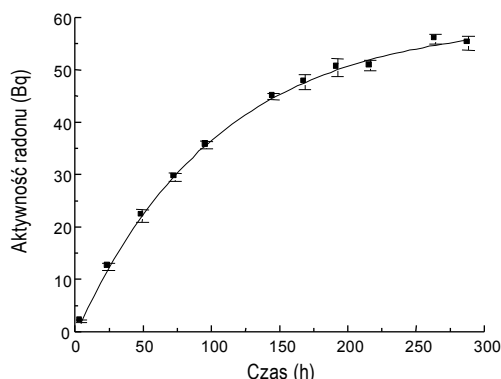
Masa [kg]	VP/Vk	$E_m \pm 2\sigma$ ($\mu Bq \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)
0,05	0,0057	185±15
0,10	0,0140	189±12
0,20	0,0273	209±8
0,35	0,0412	215±7
0,50	0,0570	212±6
0,70	0,0800	175±8
1,00	0,1130	168±4

Tabela 2.

Rozmiar ziaren	$E_m \pm 2\sigma$ ($\mu Bq \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)
<1 mm	165±6
1–2 mm	167±5
2–4 mm	170±7
>4 mm	225±11
–	–
–	–
–	–

Tabela 3.

Wilgotność [%]	$E_m \pm 2\sigma$ [$Bq \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$]
0	129±4
2	212±6
6	302±11
10	217±7
–	–
–	–
–	–



Rys. 1. Typowa krzywa narastania w czasie zawartości radonu w komorze emanacyjnej

32.

Concentrations of ^{222}Rn in groundwaters flowing through different crystalline rocks: an example from Ślęza Massif (Poland)

Stężenia ^{222}Rn w wodach podziemnych przepływających przez różne skały krystaliczne: przykład z Masywu Ślęży (Polska)

Tadeusz A. Przylibski

Wrocław University of Technology, Faculty of Mining, Division of Geology and Mineral Waters, Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, POLAND

Ślęza Massif is situated in the south-western part of Poland, about 30 km SW of Wrocław, the capital city of Lower Silesia. The geological setting of the research area is typical of the Sudety Mountains. Different types of crystalline rocks, both of igneous and metamorphic origin, occur on the area of 25 km². On the surface of this relatively small area, Lower Carboniferous to Lower Permian Strzegom-Sobótka Granite and Devonian Ślęza Ophiolite are uncovered. The result is the occurrence of granites, gabbros, amphibolites and serpentinites, directly neighbouring on each other.

The author selected this area for determining the influence of rock type on the concentration of ^{222}Rn dissolved in groundwaters flowing through crystalline rocks. The first stage of the research consisted of determining typical values of ^{222}Rn concentration in groundwaters flowing through different types of rocks and describing the scale of seasonal changes in ^{222}Rn concentration. In the next stage of the research, an attempt to apply ^{222}Rn as one of the isotopic hydrogeochemical tracers of pathways flow of fissure groundwaters will be undertaken.

The results show that the highest values of ^{222}Rn concentration (reaching 229 Bq/dm³) were observed in groundwaters flowing out of springs located within granite, whereas the lowest one (1.1 Bq/dm³) was noted in a spring located within serpentinite. The average ^{222}Rn concentrations obtained in groundwaters flowing out of two springs within granite were 174 and 85 Bq/dm³, whereas the average values in two springs located within amphibolites reached 7.3 and 8.7 Bq/dm³. The average ^{222}Rn concentrations in the springs flowing out of gabbro and serpentinite amounted to 7.4 Bq/dm³ and 1.2 Bq/dm³ respectively. ^{222}Rn concentration in the

groundwater flowing out of the spring located within serpentinites was stable during the whole year, likewise the discharge of the spring. ^{222}Rn concentrations between 1.1 ± 0.3 and 1.3 ± 0.3 Bq/dm³ were measured. On the other hand, ^{222}Rn concentrations in waters flowing out of springs located within granite were characterized by distinct seasonal changes. The highest values (101 and 229 Bq/dm³) were noted in summer, when the discharges were low, whereas the lowest ones (70 and 127 Bq/dm³) were recorded in spring, when the discharges of both springs were high. In the remaining springs, radon concentration changes were of low scale and irregular character. The obtained results will be crosschecked with data obtained from other areas with similar geological structure, where crystalline rocks play the principal role.



Masyw Ślęży leży w południowo-zachodniej Polsce, około 30 km na południowy zachód od Wrocławia – stolicy Dolnego Śląska. Budowa geologiczna obszaru badań jest typowa dla Sudetów. Na obszarze 25 km² występują różne odmiany skał krystalicznych zarówno magmowych, jak i metamorficznych. Na tej niewielkiej przestrzeni odsłania się na powierzchni dolnokarbońsko-dolnopermski masyw granitowy Strzegomia, a także dewoński kompleks ofiolitu Ślęży. Dlatego też na powierzchni w bezpośrednim sąsiedztwie występują granity, gabra, amfibolity i serpentynyty.

Rejon ten został wybrany przez autora jako poligon doświadczalny do określenia wpływu typu petrograficznego skały na zawartość ^{222}Rn rozpuszczonego w wodach podziemnych, występujących w środowisku skał krystalicznych. Określenie zakresu typowych wartości stężeń ^{222}Rn w wodach podziemnych przepływających przez poszczególne typy skał oraz zakresu sezonowej zmienności tych stężeń stanowi pierwszy etap badań. W kolejnym etapie podjęta zostanie próba zastosowania ^{222}Rn jako jednego z izotopowych znaczników hydrochemicznych, służącego do wyznaczania dróg krążenia szczelinowych wód podziemnych w skałach krystalicznych.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że najwyższe stężenia ^{222}Rn (dochodzące do 229 Bq/dm³) występują w źródłach wypływających z granitów, podczas gdy najniższe ($1,1$ Bq/dm³) charakterystyczne są dla źródeł wypływających z serpentynitów. W dwóch źródłach wypływających z granitu stwierdzono średnie wartości stężeń ^{222}Rn wynoszące 174 i 85 Bq/dm³, podczas gdy w dwóch źródłach wypływających z amfibolitów średnie wartości wynosiły 7,3 oraz 8,7 Bq/dm³. W źródle wypływającym z gabra wartość średnia stężenia ^{222}Rn wynosiła 7,4 Bq/dm³, podczas gdy w źródle wypływającym z serpentynitu 1,2 Bq/dm³. Stężenie ^{222}Rn w ciągu całego roku było praktycznie stałe w wodzie wypływającej z serpentynitu, wahało się w granicach $1,1 \pm 0,3$ – $1,3 \pm 0,3$ Bq/dm³. Natomiast wykazywało wyraźne wahania w wodach wypływających z granitu (od 127 do 229 Bq/dm³ oraz od 70 do 101 Bq/dm³). Przy czym charakterystyczne było notowanie maksymalnych stężeń przy niskiej wydajności źródeł i niskich stężeń przy wysokich wydajnościach źródeł, tj. odpowiednio latem i wiosną. Uzyskane wyniki zostaną zweryfikowane w oparciu o dane z innych obszarów o podobnej budowie geologicznej, gdzie największy udział mają skały krystaliczne.

Radon chambers – technical design and some calibration problems

Kalibracyjne komory radonowe w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Krzysztof Kozak, Jadwiga Mazur, Mirosław Janik, Tadeusz Zdziarski, Ryszard Haber

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, PL-31-342 Kraków, Radzikowskiego 152 St., POLAND, Krzysztof.Kozak@ifj.edu.pl

In the Natural Radioactivity Laboratory (at the H. Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, PAS in Kraków) the special stand was designed and made for the calibration of radon detectors and for other research activities. The stand is equipped with two calibration chambers: IFJ-KR-200 (volume of 200 dm³) and IFJ-KR-600 (volume of 600 dm³), two certificated radon sources (²²⁶Ra activities: 21.6 and 52.3 kBq), a pump, a flow meter, a manometer and a control panel. The range of possible radon concentrations is from 45 Bq/m³ to 244 kBq/m³. The computer software has been elaborated for planning and controlling the calibration procedure.

The active devices (AlphaGUARD PQ2000 by Genitron GmbH) are used for checking the obtained radon concentration inside the chamber. Two operation modes (diffusion or flow-through) were applied and compared. The results of testing the long-term tightness of the chambers are shown. The measurements of background radon concentration have been made and the methods of decreasing this level are also presented. The changeability of radon equilibrium factor F, as a function of radon concentration and air humidity inside a chamber has been investigated and compared with the respective measurements performed in larger chambers situated in other laboratories in Poland.



W Laboratorium Promieniotwórczości Naturalnej (Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie) zostało zaprojektowane i wykonane specjalne stanowisko dla potrzeb m.in. kalibracji detektorów radonu. Stanowisko wyposażone jest w:

- dwie komory kalibracyjne: IFJ-KR-200 (o objętości 200 dm³) oraz IFJ-KR-600 (o objętości 600 dm³),
- dwa atestowane źródła radonu firmy PYLON (o aktywnościach radu ²²⁶Ra 21,6 oraz 52,3 kBq),
- pompę, miernik przepływu, manometr,
- tablicę sterującą.

Zakres stężeń radonu możliwych do uzyskania w komorach zawiera się w granicach od 45 Bq/m³ do 244 kBq/m³. Opracowano specjalne oprogramowanie komputerowe pozwalające na planowanie i kontrolę procedur kalibracyjnych.

Do kontroli stężenia radonu w komorach służy aktywny miernik radonu AlphaGUARD PQ2000 firmy Genitron, który może być stosowany w dwóch trybach pracy – dyfuzyjnym i przepływowym. Przeprowadzono testy sprawdzające długotrwałą szczelność komór, jak również pomiary poziomu tła „radonowego” wewnątrz komór oraz opracowano metody obniżenia tego poziomu.

Badano zmienność współczynnika równowagi F w funkcji stężenia radonu i wilgotności powietrza w komorze i wyniki porównano z odpowiednimi danymi uzyskanymi w większych komorach radonowych w innych polskich laboratoriach.

34.

Calibration of soil probe for in situ permeability measurement

Kalibracja sondy glebowej do pomiarów przepuszczalności gruntu in situ

Mirosław Janik, Krzysztof Kozak

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, PL-31-342 Kraków, Radzikowskiego 152 St., POLAND, Mirosław.Janik@ifj.edu.pl

Soil permeability is one of the important physical soil parameters for modeling radon transport from soil to indoor. Permeability relates flow (v) through the soil pores to the pressure gradient (dp). For in situ permeability measurement we applied a soil probe that was designed and made at the INP, PAS. Because permeability depends on velocity we calibrated our probe in laboratory conditions. For calibration we applied semi-empirical formula for permeability, depending on porosity, particle-size and soil water saturation fraction. We used two types of sand, because it is almost isotropic and homogenous medium.

As a result we obtained formula for shape coefficient W depending on v (velocity of fluid flow). The formula is a polynomial regression

$$W = A + Bv + Cv^2 + Dv^3$$

where A and B are constants. For calculating permeability we use the following term

$$k = \frac{W}{v} \cdot \frac{dp}{dx}$$

Przepuszczalność (k) jest jednym z ważniejszych parametrów fizycznych gleby niezbędnym do modelowania procesów przechodzenia radonu z gleby do budynku. Wiąże ona ze sobą dwa parametry: strumień (v) gazu glebowego przechodzącego przez pory gleby oraz gradient ciśnienia (dp) i można obliczyć ją wg wzoru

$$k = \frac{W}{v} \cdot \frac{dp}{dx}$$

gdzie W to tzw. współczynnik kształtu sondy glebowej, który wyznaczany jest dla konkretnej sondy używanej w pomiarach.

Do pomiarów przepuszczalności gruntu in situ została w IFJ PAN zaprojektowana i wykonana sonda glebowa. Sonda ta wymagała kalibracji w warunkach laboratoryjnych. Do kalibracji sondy użyty został półempiryczny wzór łączący przepuszczalność z porowatością, rozmiarem ziaren oraz wilgotnością. Kalibrację przeprowadzono przy użyciu dwóch rodzajów piasku o różnym rozkładzie ziarnowym, ponieważ jest on medium prawie izotropowym i homogenicznym.

Jako rezultat kalibracji uzyskany został wzór na tzw. współczynnik kształtu sondy W , który jest zależny od prędkości v strumienia gazu glebowego. Wzór ten otrzymano metodą regresji wielowymiarowej w następującej postaci

$$W = \dots + \dots + \dots + \dots$$

gdzie A oraz B są to stałe wyznaczone dla konkretnej sondy glebowej.

35.

Influence of meteorological conditions on radon measurements in soil – preliminary results

Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia radonu w glebie – wstępne wyniki

Jadwiga Mazur, Krzysztof Kozak, Tomasz Horwacik, Ryszard Haber, Tadeusz Zdziarski

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, PL-31-342 Kraków, Radzikowskiego 152 St., POLAND, Jadwiga.Mazur@ifj.edu.pl

Radon concentration in soil gas and its exhalation rate from the ground are very important factors that influence on indoor radon concentration and, in consequence, human health. Both these quantities depend not only on soil parameters (e.g. porosity, humidity, permeability, radium content, etc.) but on meteorological conditions as well. Since autumn 2003 the systematic measurements concerning radon exhalation rate from the ground and radon concentration in soil gas have been performed in the Natural Radioactivity Laboratory on a special "Radon Study Field" which is located on the Institute grounds. The continuous registration of meteorological parameters is also carried on the spot by means of the Weather Monitor II (DAVIS production). The measurements of soil temperature and pressure difference on 30, 50 and 100 cm depths were performed additionally and the results were used for checking the influence of those parameters on radon exhalation rate.

The passive method (CR-39 detectors) and the ionization chamber AlphaGUARD PQ 2000 PRO (Genitron GmbH) are used for the measurements of radon concentration in soil. The AlphaGUARD gauge together with the special accumulation container serve for the determination of radon exhalation rate from the ground.

The paper presents the preliminary results of the investigation of the influence of some meteorological parameters (air pressure and temperature, humidity, precipitation, wind speed and direction) on radon concentration in soil and its exhalation rate.



Stężenie radonu w glebie oraz jego ekshalacja z gruntu są ważnymi czynnikami wpływającymi na poziom radonu wewnątrz budynków i, co za tym idzie, na bezpieczeństwo radiologiczne ich mieszkańców. Obie te wielkości zależą nie tylko od parametrów gleby takich, jak np. porowatość, wilgotność, przepuszczalność, zawartość radu, ale także od warunków meteorologicznych.

Systematyczne pomiary ekshalacji radonu z gruntu i jego stężenia w glebie prowadzone są od jesieni 2003 przez Laboratorium Promieniotwórczości Naturalnej na specjalnym poletku pomiarowym (Radon Study Field) usytuowanym na terenie Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Ciągła rejestracja parametrów meteorologicznych na poletku odbywa się przy użyciu stacji Weather Monitor II firmy DAVIS. Ponadto wykonywane są pomiary temperatury

gleby i różnicy ciśnień na głębokości 1 m i badany jest ich wpływ na wartości ekshalacji radonu z gleby.

Do pomiarów radonu w powietrzu glebowym stosowane są detektory pasywne CR-39 oraz komora jonizacyjna AlphaGUARD PQ2000 PRO firmy Genitron. Pomiary ekshalacji radonu z gruntu wykonywane są za pomocą monitora AlphaGUARD oraz specjalnego pojemnika akumulacyjnego.

W pracy zaprezentowane są wstępne wyniki badania wpływu niektórych parametrów meteorologicznych (ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza, opadów, prędkości wiatru) na stężenie radonu w glebie oraz na jego ekshalację z gruntu.

36.

Methods for assessment of the occupational exposure at working places of different TENORM industrial branches

Metody oceny ekspozycji zawodowej powodowanej przez TENORM w różnych gałęziach przemysłu

Dietmar Weiß, Harald Biesold, Peter Jovanovic, László Juhász, Ales Laciok, Karsten Leopold, Boguslaw Michalik, Hana Moravanská, André Poffijn, Mihail Popescu, Cornel Radulescu, Pével Szerbin, Jens Wiegand

Within the TENORMHARM project* one task concerns an assessment of the radiation dose to workers in different TENORM industries which are of some relevance within the participating EU and candidate countries.

This assessment is based upon information and data collected at the beginning of the project and, if existing, on national regulations and compared to EU standards.

The most relevant industries of each participating country where TENORM occur were reported and compared, from which each participant selected one branch where an occupational exposure of more than 1 mSv/yr could be expected. Subsequently, the calculation of the radiation dose was carried out independently by each participating country. Also the real situation at the considered working place, as respiratory protection or indoor air cleaning measures, was considered.

The results of the dose calculation obtained by each contractor for the selected exposure scenario was compared with the same or a similar scenario described in Radiation Protection 107. This comparison demonstrated, that the applicability of reference levels for regulatory control of workplaces given in RP 107 was limited because the considered scenarios used, do not reflect sufficiently the recent work conditions. Moreover, any scenarios described by the contractors had no applicable counterpart in RP 107.

The results of this comparison will be presented and proposals for realistic dose assessments at different working places where TENORM occur will be given.

Acknowledgement:

The work is funded and carried out in the EU 5th FP, Nuclear Fission and Radiation Protection, Contract No FIGM-CT-2001-00174.

★ ★ ★

* International group carrying out FP-S EURATOM Project „TENORMHARM”

Jedno z zadań projektu TENORMHARM dotyczy oceny dawek otrzymywanych przez osoby zatrudnione w różnych gałęziach przemysłu, w których występują materiały TENORM w krajach Europy Centralnej i Wschodniej (uczestników projektu).

Ocena bazuje na informacjach zgromadzonych w trakcie realizacji początkowych zadań tegoż projektu oraz, jeżeli takowe istnieją, na narodowych regulacjach prawnych. Wyniki oceny zostały porównane z wymaganiami określonymi w normach europejskich.

Najistotniejsze z punktu widzenia występowania TENORM, dziedziny przemysłu zostały poddane ocenie zagrożenia radiacyjnego. Każdy z uczestników projektu przeprowadził ocenę zagrożenia radiacyjnego w jednej dziedzinie przemysłu, w której oczekiwane zagrożenie mogło przekraczać 1 mSv. Do obliczeń przyjęte zostały specyficzne scenariusze powstawania zagrożenia radiacyjnego, uwzględniające specyfikę miejsca pracy, środki ochrony osobistej i stanowiskowej.

Rezultaty przeprowadzonej oceny zagrożenia zostały porównane z analogicznymi opisanymi w Radiation Protection 107. Porównanie to wykazało, że stosowanie zaleceń RP 107 jest ograniczone z powodu niedostatecznego uwzględnienia realnych warunków pracy w przyjętych scenariuszach powstawania zagrożenia, na podstawie których zostały opracowane. Ponadto pewne sytuacje, w których powstaje zagrożenie radiacyjne nie zostały uwzględnione w RP 107.

W artykule zostały zaprezentowane wyniki tych porównań oraz propozycje przeprowadzania oceny zagrożenia radiacyjnego bazującego na realnych warunkach pracy.

Uwaga:

Praca jest finansowana w ramach EU 5th FP, Rozszczepienie Jądrowe I Ochrona Radiologiczna, Kontrakt nr FIGM-CT-2001-00174.

37.

Detection system for survey of the professional exposed personnel

System detekcji dla nadzoru osób narażonych zawodowo na promieniowanie

Ana I. Stochioiu¹⁾, Felicia S. Mihai¹⁾, Iulia I. Georgescu²⁾

¹⁾ Horia Hulubei – National Institute for Physics and Nuclear Engineering, IFIN-HH, Bucharest, ROMANIA

²⁾ Polytechnic University of Bucharest, ROMANIA

The individual control at the internal and external irradiation is necessary for the entire personal who work in the nuclear ranges and in all the domains where are used radiation sources.

In our country, the accredited work for the radiological survey at the external irradiation is for the dosimetric film. In the countries with evolved nuclear activities, the survey of personal is made with dosimetric film and thermoluminescent dosimeters for evaluation as precise as possible of the equivalent dose and her evidence.

The thermoluminescent multifunctional dosimeter with thermoluminescent detectors type TL-100, obtained in our department, respectively LiF: Mg, Ti is one of the passive system of detection which can be used for comparing the dosimetric film.

In this paper are presented experimental data compared between the two system of detection. The data are: the dosimetric answer for different values of dose and errors of determinations are in acceptable limits.

★ ★ ★

Kontrola indywidualna napromienienia zewnętrznego i wewnętrznego jest konieczna w przypadku osób, które zatrudnione są w pobliżu źródeł promieniowania.

W Rumunii do kontroli napromienienia zewnętrznego przy badaniach radiacyjnych używane są błony dozymetryczne. W innych krajach, w których istnieje energetyka jądrowa, nadzór personelu prowadzi się nie tylko za pomocą błon dozymetrycznych, ale również z wykorzystaniem dawkomierzy termoluminescencyjnych w celu jak najbardziej precyzyjnego określenia dawek równoważnych i możliwości ich ewidencjonowania.

Opracowany przez nas wielofunkcyjny dawkomierz termoluminescencyjny z detektorami termoluminescencyjnymi typu TL-100 (LiF: Mg, Ti) jest jednym z systemów dozymetrii pasywnej, który może być wykorzystany zamiast błon dozymetrycznych.

W artykule przedstawione zostaną wyniki porównań między wspomnianymi wyżej dwoma systemami pomiarowymi. Przeprowadzono między innymi badania odpowiedzi obu typów detektorów dla różnych wielkości dawek, jak też sprawdzenie, czy niepewności oznaczeń dawek zawierają się w akceptowanych granicach.

38.

The proposal of the Swedish Committee on Management of Non-Nuclear Radioactive Waste (IKA) and the implications for the management of NORM and storage of NORM waste

Zalecenia szwedzkiego Komitetu do Spraw Postępowania z Niejądrowymi Odpadami Promieniotwórczymi (IKA) i ich implikacje przy zarządzaniu i składowaniu odpadów NORM

Gustav Åkerblom, Nils Hagberg, Lars Mjönes, Ann-Louis Söderman

Swedish Radiation Protection Authority, SE 171 16 Stockholm, SWEDEN, lars.mjones@ssi.se
Ann-Louis.Soderman@ssi.se gustav.akerblom@ssi.se

The Swedish Government Committee on Management of Non-Nuclear Radioactive Waste (IKA) has the commitment to propose regulations regarding NORM to be included in the Swedish Radiation Protection Law and the Radiation Protection Ordinance. The production, handling and waste storage of such products has earlier not been subject to legal regulations, but is now to be included in the Radiation Protection Law and Ordinance.

Waste that will be subject to the new regulations are for example, ashes containing NORM and ashes of biofuel containing ¹³⁷Cs from the Chernobyl accident, uranium-rich skarn from mining of iron ores (even if the mine was abandoned many years ago), gypsum waste from phosphate production, alum shale burnt to extract oil (there exist more than 50 million m³ of such material), filters and sludge from water treatment equipment and pipes and pumps contaminated with radium due to precipitation from water.

The Committee proposes that the producer that utilizes raw material containing naturally occurring radioactive substances shall have the full responsibility for future depositing of

the waste. The responsibility shall include a fee to a new Government fund to cover the total costs for management and future storage of the waste. This fee is to be paid by the producer of the waste material.

In case the waste consists of material from old use of natural radioactive material with no present owner, e.g. uranium use for colouring ceramics, the fund may in some cases cover the cost. This might also be the case when the disposal costs are unreasonable high for a private person, e.g. for disposal of resins used for treatment of water, which is contaminated with so high concentrations of uranium or radium that it has to be handled as radioactive waste. Radioactive waste from old abandoned mines, e.g. uranium mineralised waste rock at old iron mines or alum shale excavations where no present owner has the responsibility for the waste are proposed to be regarded as contaminated sites and thus entitled to the same Government funds that are used for restoring land contaminated by chemical substances.



Szwedzki Komitet Rządowy do Spraw Postępowania z Niejądrowymi Odpadami Promieniotwórczymi (IKA) opracował propozycję przepisów materiałów NORM w celu ich włączenia do szwedzkiego Prawa o Ochronie Radiologicznej i Ustawy o Ochronie przed Promieniowaniem. Poprzednio ich produkcja oraz składowanie nie było przedmiotem uregulowań prawnych, ale obecnie zostały one włączone do obu wspomnianych aktów prawnych.

Odpady, które podlegają obecnie jurysdykcji nowych uregulowań prawnych, to dla przykładu popioły zawierające naturalne radionuklidy, czy popioły ze spalania biopaliw, zawierające pozostałości ^{137}Cs z katastrofy w Czarnobylu, bogate w uran odpady skał skarnowych po wydobywaniu rud żelaza (nawet w przypadkach, gdy kopalnie takie zostały zamknięte wiele lat temu), gipsy odpadowe z produkcji nawozów fosforowych, łupki alunowe z produkcji ropy naftowej (których istnieje więcej niż 50 milionów m³), materiały filtracyjne i śluzami z zakładów uzdatniania wody oraz rury i pompy z osadami radowymi, wytrąconymi z wód.

Komitet proponuje, aby wytwórcy, wykorzystujący surowce zawierające naturalne izotopy promieniotwórcze, ponosili pełną odpowiedzialność za składowanie w przyszłości odpadów z nich powstających. Zawierać się tu powinny także opłaty na nowy fundusz rządowy, przeznaczony na pokrycie przyszłych kosztów zarządzania i składowania odpadów. Opłaty te mają być wnoszone przez producentów odpadów NORM.

Jeżeli odpady stanowią pozostałości wykorzystania naturalnych substancji promieniotwórczych bez obecnego właściciela, na przykład stosowania uranu do barwienia ceramiki, fundusz może w niektórych przypadkach pokrywać koszty ich składowania, czy unieszkodliwiania. Dotyczy to także przypadków, gdy koszty składowania są rażąco duże dla osób prywatnych, jak to może mieć miejsce w przypadku żywic używanych do oczyszczania wód pitnych z uranu i radu, które następnie stają się odpadami promieniotwórczymi. Miejsca składowania odpadów ze starych kopalń, przede wszystkim skał płonnych o wysokiej zawartości uranu z kopalń rud żelaza, czy łupków alunowych, a nieposiadające obecnie właścicieli, proponuje się traktować jako tereny skażone. Tym samym uprawnione jest wykorzystanie funduszu rządowego, przeznaczonego na rekultywację terenów zanieczyszczonych chemicznie.

Sequential extraction of uranium isotopes in sediments from an estuary historically affected by anthropogenic inputs of natural radionuclides

Sekwencyjna ekstrakcja izotopów uranu z osadów estuariowych, skażonych naturalnymi izotopami promieniotwórczymi pochodzenia antropogenicznego

Juan L. Aguado¹⁾, Juan P. Bolívar¹⁾, Rafael García-Tenorio²⁾

¹⁾ Departamento de Física Aplicada, Universidad de Huelva, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de El Carmen, 21071 Huelva, SPAIN

²⁾ Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla, E.T.S.A., Avda. Reina Mercedes 2, 41012 Seville, SPAIN, aguado@uhu.es

Riverbed sediments collected from an estuary historically affected by several anthropogenic activities, particularly by uranium-series radionuclides enriched wastes discharged by several phosphate fertiliser plants, have been operationally speciated using a Tessier-based selective-leaching procedure. ^{234}U and ^{238}U content in each selective fraction were determined by alpha-particle spectrometry after radiochemical isolation and electrodeposition onto stainless steel planchets.

These studies were performed in the uranium-polluted estuarine sediments one year after the phosphate fertiliser discharges stopped. The aim of this work was to obtain useful information about the operational forms in which this element remains associated with the sediments at this time. Our results show a significant fraction of uranium radionuclides associated to operational forms that could be related to weak forms of adsorption to the sediments. Consequently, it is possible to foresee a potential remobilisation of uranium contamination from sediments to the aqueous phase in the future under normal environmental conditions.

Keywords: U-isotopes, α -particle spectrometry, speciation, sediments, TENORM.



Osady denne estuariów zostały zanieczyszczone naturalnymi radionuklidami z szeregu uranowego w wyniku odprowadzania odpadów z zakładów produkujących fosforowe nawozy sztuczne. Próbkę osadów poddano chemicznej separacji stosując procedurę Tessiera. Zawartość izotopów uranu ^{234}U i ^{238}U w wydzielonych frakcjach oznaczono za pomocą metody spektrometrii alfa, po zastosowaniu odpowiedniej preparatyki radiochemicznej i elektrodpozycji na płytkach ze stali nierdzewnej.

Opisane badania prowadzone były na skażonych izotopami próbkach osadów z estuariów, rok po zaprzestaniu odprowadzania do nich odpadów. Celem pracy było stwierdzenie, w jakich formach i związkach chemicznych występują izotopy uranu skażające obecnie osady estuariów. Nasze badania pokazały, że w przeważającej ilości izotopy uranu są słabo adsorbowane na powierzchni osadów dennych. Można więc przypuszczać, że w niezaburzonych warunkach będzie następował proces uruchamiania uranu słabo związanego z osadami i przechodzenia do wód.

Słowa kluczowe: izotopy uranu, spektrometria alfa, specjacja, osady, TENORM.

Assessment of the radon contribution from mining sites to the geogenic environment**Ocena wpływu eksploatacji górniczej na występowanie radonu w środowisku naturalnym**

R. Rolle

Goettingen, GERMANY

An issue of NORMs in mining areas is the mean 'Rn-exposure' assignable to surface mining residues. Outdoor Rn-decay product concentrations (at breathing height), compared with elevated indoor levels, are relatively low and they fluctuate widely with time and location. Differentiating a mining contribution of 'Rn-exposure' from a geogenic exposure is a challenging metrological task, particularly in the later stages of remediation. The interacting vertical and horizontal atmospheric air exchange and the Rn exhalation, largely varying with moisture content of the ground, cause widely varying Rn concentration patterns that are influenced by the weather on short and long timescales. The combined effect of varying source and of varying air exchange can be split into its components by time-resolved concentration measurement of the decay chain members of Rn, since at a given time the local ratios of concentration of the chain members are a function of the air exchange only. From the actual concentrations and the air exchange the source term can be calculated. The concentrations of the short-lived decay products of Rn can be measured continuously far more accurately per unit time than the Rn gas concentration. The Rn decay product ratios, and thus air exchange rates, can be assessed continuously with a time resolution of the order of 30 minutes or less. Since the main exposure contribution derives from a few high, short-lived exposures, accurate time-resolved measurement of Rn decay product concentrations offers the optimal metrology for differentiating Rn-exposure contributions. True instrument calibration and minimal entrance losses in the decay product measurement are a requisite for attaining acceptable accuracy with an otherwise only roughly defined environmental source/sink compartment model.



Jednym z przejawów występowania źródeł NORM na terenach górniczych jest średnia „ekspozycja radonu” związana z pozostałościami po eksploatacji górniczej występującymi na powierzchni. Stężenie produktów rozpadu radonu zmierzone na otwartym terenie na wysokości ust i nosa jest niskie w porównaniu z wartościami spotykanymi wewnątrz budynków i jest silnie fluktuującą funkcją czasu i położenia. Odseparowanie „ekspozycji radonu” będącej skutkiem prowadzonej w przeszłości eksploatacji górniczej od naturalnego tła jest trudnym przedsięwzięciem stanowiącym poważne wyzwanie z zakresu meteorologii, zwłaszcza w późniejszych stadiach prowadzonych prac rekultywacyjnych. Oddziaływanie pionowych i poziomych ruchów mas powietrza oraz procesów ekshalacji radonu, która zmienia się bardzo w zależności od wilgotności gruntu, powodują spore wahania stężenia radonu. Stężenia te są uzależnione od warunków pogodowych w krótko- i długoterminowej skali czasu.

Połączony efekt zmieniającego się źródła oraz zmiennego procesu mieszania się mas powietrza, można rozdzielić na poszczególne komponenty dzięki pomiarowi stężeń produktów rozpadu radonu wykonywanych w różnych sekwencjach czasowych, ponieważ dla określonego momentu czasu, ich lokalne stężenie jest wyłącznie funkcją mieszania się mas powietrza. Uwzględniając następnie chwilowe stężenie i proces mieszania powietrza oblicza się parametry

charakteryzujące samo źródło. Pomiar stężenia krótkożyciowych produktów rozpadu radonu dokonywany w sposób ciągły cechuje daleko większa dokładność w prze-liczeniu na jakiś określony odcinek czasu niż pomiar stężenia samego radonu. Względne wartości stężeń produktów rozpadu radonu, a tym samym i szybkość mieszania się mas powietrza, można oceniać w sposób ciągły w odstępach co 30 minut lub mniej. Ponieważ na podstawową ekspozycję składa się w przeważającej mierze kilka wysokich ekspozycji od krótkożyciowych produktów rozpadu radonu, dokładne pomiary ich stężenia wykonane w odpowiednich odstępach czasu pozwalają na efektywną identyfikację źródła i rozróżnienie jego wkładu do całkowitej ekspozycji na radon. Właściwa kalibracja przyrządu i minimalne straty na wlocie układu pomiarowego są warunkiem osiągnięcia właściwej dokładności pozwalającej na zastosowanie z powodzeniem bądź co bądź tylko zgrubnie określonego modelu komorowego źródła.

41.

New regulatory developments and guidance in the EU with regard to NORM

Nowe rozwiązania prawne i wytyczne UE w odniesieniu do NORM

T.P. Ryan, A. Janssens, E. Henrich, J.L. Daroussin

European Commission, DG TREN, H4, Radiation Protection, Rue Alcide de Gasperi, Bâtiment Wagner, L-2920 LUXEMBOURG

A framework for a regulatory system for the control of exposure of workers and members of the public to natural radiation sources was introduced in Council Directive 96/29/EURATOM 13 May 1996. The directive deals with basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers posed by ionising radiation. In particular Title VII of the directive deals with significant increases in exposure due to natural radiation sources. This applies to “work activities” or industries within which the presence of natural radiation sources leads to a significant increase in the exposure of workers or members of the public and which cannot be disregarded from the radiation protection point of view. In accordance with Articles 40 and 41 of the directive, each Member State is directed to ensure the identification of such work activities and to setting-up the appropriate means for monitoring exposure and applying radiation protection measures as set out in the directive.

To assist Member States with the implementation of the directive in general and Title VII in particular, the Commission has published a number of guidance documents. However, no guidance has yet been developed in relation to discharges from NORM industries. In order to begin to address this, a study was carried out, the results of which have now been delivered. The aims of this study were: to review the regulatory framework within Member States regarding the implementation of Title VII of the directive with respect to effluent discharges; to provide guidance for a realistic dose assessment methodology for NORM discharges and to establish criteria allowing the rapid identification of effluent discharges potentially requiring regulatory control. The results of this study will be considered by the Group of Experts established under Article 31 of the Euratom Treaty with a view to advising the Commission on appropriate guidelines.

In addition, the Commission has awarded a contract with a view to developing a Network for stakeholders involved in NORM issues to share experience and to build a common understanding of the inherent problems and workable solutions. The Network will aim to identify and promote good practice, to enhance risk awareness and to create a common risk culture between stakeholders. It will act as an archive for relevant documentation that will be available to the members of the Network.



Zasady systemu prawnego dotyczącego kontroli zagrożenia pracowników i osób postronnych naturalnymi źródłami promieniowania zostały przedstawione w Dyrektywie 96/29/Euratom z 13 maja 1996 roku. Dyrektywa ustala podstawowe standardy bezpieczeństwa dla ochrony zdrowia pracowników i osób postronnych przed zagrożeniami powodowanymi przez promieniowanie jonizujące. W szczególności rozdział VII dyrektywy dotyczy znaczącego wzrostu zagrożenia powodowanego przez naturalne źródła promieniowania. Określone tam zasady stosuje się do „działalności zawodowej” lub gałęzi przemysłu, w których występowanie naturalnych źródeł promieniowania prowadzi do znaczącego wzrostu zagrożenia pracowników lub osób postronnych, które nie może być zaniedbane z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Zgodnie z artykułami 40 i 41 dyrektywy, każde z państw członkowskich jest zobowiązane do zidentyfikowania takich działalności zawodowych i do zastosowania odpowiednich sposobów monitoringu oraz wdrożenia środków ochrony radiologicznej, jak to opisano w dyrektywie.

Aby pomóc państwom członkowskim we wdrażaniu dyrektywy w ogólności, a zasad zawartych w rozdziale VII w szczególności, Komisja opublikowała wiele wytycznych. Jednakże brak wśród nich wytycznych odnoszących się do przemysłów wytwarzających materiały i odpady typu NORM. W celu ich przygotowania, przeprowadzono badania, a ich rezultaty zostały opublikowane. Celem tych badań było: przegląd prawa w zakresie implementacji przez państwa członkowskie zaleceń części VII dyrektywy z uwzględnieniem ścieków, propozycja metodologii do realistycznej oceny dawek dla odpadów typu NORM i ustalenie kryteriów pozwalających na szybką identyfikację strumieni materiałów wymagających kontroli. Rezultaty tych badań będą przedmiotem pracy grupy eksperckiej ustalonej ze względu na zapis artykułu 31 traktatu Euratom z zadaniem zaproponowania Komisji odpowiednich wytycznych.

Ponadto, Komisja przyznała środki na utworzenie sieci osób i instytucji zaangażowanych w problematykę NORM w celu wymiany doświadczeń i zbudowania platformy dla zbadania problemu i zaproponowania możliwych do wdrożenia rozwiązań. Ta sieć ma na celu identyfikację i promowanie wśród członków tzw. dobrych praktyk, zwiększenia świadomości zagrożenia i stworzenia wspólnych zasad przeciwdziałania ryzyku. Będzie działała jako archiwum dla stosownej dokumentacji w celu jej rozpowszechnienia wśród członków sieci.

Industries giving rise to NORM discharges in the EU – a review

Przegląd gałęzi europejskiego przemysłu powodującego wzrost zagrożenia od naturalnej promieniotwórczości

T.P. Ryan¹⁾, A. Janssens¹⁾, E. Henrich¹⁾, J.L. Daroussin¹⁾, Z.K. Hillis²⁾, E.I.M. Meijne³⁾

¹⁾ European Commission, DG TREN, H4, Radiation Protection, Rue Alcide de Gasperi, Bâtiment Wagner, L-2920 LUXEMBOURG

²⁾ NNC Limited, The Renaissance Centre, 601 Faraday Street, Birchwood Park, Warrington, Cheshire, WA3 6GN, ENGLAND

³⁾ NRG, PO Box 25, NL-1755 ZG Petten, THE NETHERLANDS

The focus of this paper is the identification of industries giving rise to discharges or residues of naturally occurring radioactive material (NORM) that are potentially significant in terms of public exposure and therefore may require regulatory control as set out in Title VII of EU Council Directive 96/29/Euratom (Basic Safety Standards Directive). The industries have been identified and assessed as part of a study commissioned by the European Commission with a view to assisting Member States in implementing the aforementioned Directive in this area. Information was gathered largely on the basis of data supplied by regulatory authorities in Member States by means of a questionnaire as well as through published reports and direct contacts with organisations such as trade associations. It is evident that available information on wastes and discharges both in terms of volume and content are limited. Furthermore, there are few reliable monitoring data for radioactive substances probably as a consequence of the absence of previous regulatory control.

The industries studied in this paper include: fossil fuel power stations; oil and gas extraction; metal processing; phosphate processing and production; titanium oxide pigment production; rare earth processes and cement production. A brief description of the processes involved in each is presented including an analysis of the waste production pathways, activity concentrations, typical emissions and annual throughput, where available. It is noted that characteristics of discharges and residues, even from the same type of industry and production process, have been found to differ widely because of the variation in raw material used and processing methods. This is particularly pertinent in respect of differences in treatment of liquid wastes and off-gases prior to discharge.

It is possible that for some of the NORM industries studied, controls already in place to prevent non-radioactive pollution may have the additional benefit of controlling the radioactive discharges. However it must also be highlighted that restricting discharges may increase the amount of radioactivity retained in residues such as sludge and dust.

★ ★ ★

Celem niniejszej pracy jest identyfikacja gałęzi przemysłu, w których powstają odpady zawierające naturalnie występujące izotopy promieniotwórcze w ilościach, które mogą powodować istotną, z punktu widzenia ochrony radiologicznej, ekspozycję na promieniowanie przebywających w ich sąsiedztwie ludzi, i w związku z czym mogą podlegać obowiązkowej kontroli na podstawie wymagań Dyrektywy Komisji Europejskiej 96/29 EURATOM. Identyfikacja ta została przeprowadzona na polecenie KE łącznie z oceną stopnia zaangażowania poszczególnych członków UE we wdrażanie wymagań ww. dyrektywy.

Informacje zostały zgromadzone w większości za pomocą specjalnej ankiety przesłanej do odpowiednich urzędów w poszczególnych krajach członkowskich. Wyniki uzupełniono przeglądem dostępnej literatury, jak również informacjami z bezpośrednich kontaktów z organizacjami związanymi z występowaniem NORM.

Z pozyskanych informacji jasno wynika, że dane dotyczące ilości i rodzaju odpadów są mocno ograniczone. Ponadto wiarygodne informacje dotyczące monitoringu odpadów zawierających NORM są nieliczne i niekompletne. Sytuacja ta wynika prawdopodobnie z braku w przeszłości odpowiednich wymogów prawnych.

W artykule omówiono: energetykę konwencjonalną, górnictwo ropy i gazu, metalurgię, przeróbkę fosforu, produkcję bieli tytanowej, produkcję lantanowców i cementu. Dla każdej gałęzi przemysłu, w miarę możliwości, przedstawiono schemat procesu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem powstających odpadów, obserwowanych aktywności, emisji oraz rocznego obrotu surowców i wyrobów. Stwierdzono znaczne różnice we właściwościach poszczególnych odpadów, nawet w tych samych gałęziach przemysłu, wynikające z różnic w technologiach produkcji i stosowanych surowcach. Szczególnie dotyczy to odpadów ciekłych i gazowych, gdzie postępowanie z nimi przed odprowadzeniem do środowiska ma istotny wpływ na ich właściwości.

Niektóre zakłady przemysłowe, które wdrożyły już metody ograniczania innych, niepromieniotwórczych skażeń, nie będą miały problemów z ograniczaniem również odpadów promieniotwórczych. Należy jednak podkreślić, że ograniczając emisję substancji odpadowych można doprowadzić do wzrostu ilości pozostających w nich naturalnych izotopów promieniotwórczych (np. pyły, żużel).

43.

The rapid identification of NORM discharges requiring regulatory control – a possible screening methodology

Szybka identyfikacja odpadów NORM wymaga nadzoru prawnego – propozycja metodyki kontroli

E. Henrich¹⁾, A. Janssens¹⁾, T.P. Ryan¹⁾, J.L. Daroussin¹⁾, K.R. Smith²⁾, M.Y. Gerchikov³⁾

¹⁾ European Commission, DG TREN, H4, Radiation Protection, Rue Alcide de Gasperi, Bâtiment Wagner, L-2920 LUXEMBOURG

²⁾ NRPB, Chilton, Didcot, Oxon, OX11 0RQ, ENGLAND

³⁾ NNC Limited, The Renaissance Centre, 601 Faraday Street, Birchwood Park, Warrington, Cheshire, WA3 6GN, ENGLAND

The European Commission (EC) is mindful of the potential difficulties for national regulators in implementing a process of regulatory control as set out in Title VII of EU Council Directive 96/29/Euratom (Basic Safety Standards Directive) for NORM industries discharging into the environment. As a consequence, the EC commissioned a study to identify possible procedures for the rapid identification of such industries or work activities where members of the public are potentially exposed, with a view to producing guidelines. The results of the study are presented in this paper.

It is well understood that there is no simple relationship between discharge rate from a NORM industry and dose to members of the public. However, with respect to regulatory

control, a detailed site-specific analysis may not be warranted when, on the basis of a conservative approach, it can be concluded that the discharges are of no radiological significance. This introduces the idea of NORM discharge screening levels which may be defined as estimates of the amount of activity discharged to the environment, which, if not exceeded, mean that it is very unlikely that members of the public would receive an effective dose above a defined dose criterion. NORM discharge-screening levels can be defined for each NORM release route and would be calculated using deliberately cautious assumptions. The derivation of such screening levels would comprise the following steps: definition of reference discharge situations; choices of models, exposure pathways and parameters; derived doses per unit discharge rate; dose criteria for screening levels and finally, discharge screening levels.

In this paper, discharge-screening levels are derived and presented. It is unlikely that below these levels a more detailed site-specific radiological assessment of the discharges would be warranted. It is recommended that a dose criterion be chosen for the screening level that is below the dose constraint for the facility. If discharge-screening levels are exceeded it is recommended that regulatory bodies verify the actual level of discharge, re-examine discharge conditions such as stack height or river flow, re-examine the existence of assumed exposure pathways and decide on the need for site-specific assessment.



Komisja Unii Europejskiej (EC) jest świadoma potencjalnych trudności, jakie u prawodawców krajów członkowskich może powodować wprowadzanie nadzoru lokowania w środowisku naturalnym odpadów NORM przez wytwarzające je gałęzie przemysłu, czego wymaga paragraf VII Dyrektywy Rady Unii Europejskiej 96/29/Euratom (Basic Safety Standards Directive). W wyniku tego Komisja UE wykonała studium w celu określenia procedur pozwalających na szybką identyfikację gałęzi przemysłu lub procesów przemysłowych, gdzie występuje potencjalne narażenie ludności, co z kolei umożliwi opracowanie odpowiednich wytycznych. Wyniki analiz są przedstawione w tym artykule.

Dobrze wiadomo, że nie ma prostej zależności między ilością produkowanych odpadów NORM a dawkami dla ludności. Jednakże biorąc pod uwagę prawne wymogi nadzoru, szczegółowe badania miejsc składowania, czy zrzutu, nie są wymagane, w sytuacji, kiedy przyjmując pesymistyczne założenia ocenia się, że proces taki nie ma znaczenia z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Pozwala to na wprowadzenie takiego poziomu odniesienia przy kontroli odpadów NORM, definiowanego jako całkowita aktywność odprowadzana do środowiska naturalnego, dla której jest mało prawdopodobne aby ludzie otrzymali dawki powyżej przyjętego kryterium.

Poziomy monitoring przy składowaniu odpadów NORM mogą być definiowane dla każdego procesu, prowadzącego do powstawania takich odpadów i być wyznaczane przy przyjęciu szczególnie ostrożnych założeń. Metoda tworzenia poziomów monitoringu powinna uwzględniać następujące elementy: wybór odpowiedniego modelu, źródła zagrożenia i ich parametry, dawki pochodzące od jednostkowych zrzutów, kryteria dawek dla danych poziomów monitoringu, co w końcu ma doprowadzić do określenia poziomów monitoringu.

Przedstawione w artykule poziomy monitoring odpadów zostały oszacowane w opisany powyżej sposób. Jest mało prawdopodobne, aby poniżej wyznaczonych poziomów bardziej szczegółowe badania narażenia radiacyjnego w miejscach składowania powinno być konieczne. Zaleca się, aby kryterium dawki do określenia poziomu monitoringu było tak wybierane, aby nie przekraczało poziomu dopuszczalnego, określonego dla danego składowiska. Jeżeli występują przekroczenia wielkości zrzutu, wówczas instytucje nadzorujące powinny zweryfikować wielkość zrzutu, przeanalizować takie parametry, jak wysokość składowiska czy

przepływ w rzece, przeanalizować możliwości występowania skażeń i zdecydować, czy konieczne są szczegółowe badania składowiska.

44.

Polish national intercomparisons of measurement methods of ^{222}Rn concentration in waters

Krajowe pomiary interkalibracyjne stężenia ^{222}Rn w próbkach wód

Tadeusz A. Przylibski¹⁾, Kalina Mamont-Cieśla²⁾, Olga Stawarz²⁾, Barbara Kłos³⁾,
Jerzy Dorda³⁾, SPI Team⁴⁾

- ¹⁾ Wrocław University of Technology, Faculty of Mining, Division of Geology and Mineral Waters Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, POLAND, tadeusz.przylibski@pwr.wroc.pl
- ²⁾ Central Laboratory for Radiological Protection, Dosimetry Department, Radon Dosimetry Group ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warsaw, POLAND
- ³⁾ University of Silesia, Institute of Physics, Department of Nuclear Physics and Its Application ul. Uniwersytecka 4, 40-007 Katowice, POLAND
- ⁴⁾ Staff from all Participating Institutions: Wrocław University of Technology – Anna Adamczyk; Central Laboratory for Radiological Protection – Monika Kusiak; University of Silesia – Beata Kozłowska; Central Mining Institute – Małgorzata Wysocka, Stanisław Chałupnik, Antoni Mielnikow; The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences – Krzysztof Kozak, Mirosław Janik, Elżbieta Kochowska, Jadwiga MAZUR; Medical School of Białystok – Maria Karpińska; Nofer Institute of Occupational Medicine – Zbigniew Kamiński; AGH University of Science and Technology – Nguyen-Dinh CHAU; Łądek-Długopole S.A. Health Resort – Bogdan Ciekot; Analytical Laboratory from Świeradów Zdrój – Katarzyna Kania; Private Laboratory from Szczawno Zdrój – Zdzisław Rafalski.

The results of intercomparison measurements of ^{222}Rn concentration in the water samples are presented. In the above mentioned measurements generally 11 laboratories from many Polish research and commercial institutions took part. Seven of them participated in 3 intercomparison measurements organized in the years 2001–2003. In the years 2001 and 2002 the intercomparison measurements were carried out in the Sudety Mountains (Szczawno Zdrój and Świeradów Zdrój health-resorts, respectively). During these two experiments water samples were taken from mineral springs, considered in Poland as medicinal ones. They are characterized by increased CO_2 concentration ($1.56\text{--}2.07\text{ g/dm}^3$), as well as different values of total dissolved solids (TDS between 0.18 and 2.97 g/dm^3), radon concentration (between 9 and 985 Bq/dm^3) and other distinct differences in chemical composition and physical properties. In 2003 experiment measurements were carried out in water samples prepared in CLOR in Warsaw. The samples were produced by the aeration of a 10-dm^3 container full of tap water with air enriched by ^{222}Rn coming from a PYLON source (502.5 kBq activity of ^{226}Ra). During all intercomparison experiments the concentration of ^{222}Rn for 7 water samples (2, 3 and 2 in 2001, 2002 and 2003, respectively) was determined. Special care was taken to ensure the same conditions of collecting the water samples for each participant.

The laboratories participating in the experiments were applying different techniques to determine the concentration of ^{222}Rn in the water samples: a liquid scintillation method, gamma detectors, Lucas cells and ionisation chambers.

The obtained results confirmed that keeping the containers with water samples closed tightly from the moment of collecting till the measurements was of a great importance. It happened twice, in the different laboratories that a leakage in the measurement set-up (in the AlphaGUARDTM + AquaKITTM system) resulted in the determination of lowered values of ^{222}Rn concentrations. The best consistency of the results in all 3 intercomparison measurements was obtained by the laboratories using the liquid scintillation method. It has been observed, that the number of laboratories that got consistent results (within error limits) is increasing from 55% in 2001 to 75% in 2003. This confirms the fact that the organised experiments meet the main task – improving the correctness of the results obtained in particular laboratories. Thus, it is necessary to organise such experiments in next years.

The intercomparisons in 2002 and 2003 were organized within the confines of the activity of the Radon Centre and with its financial support.



W pracy przedstawiono wyniki interkalibracyjnych pomiarów stężeń ^{222}Rn w próbkach wody. W pomiarach tych wzięło w sumie udział 11 instytucji z Polski, w tym we wszystkich z 3 zorganizowanych w latach 2001–2003 eksperymentów porównawczych wzięło udział 7 laboratoriów. W latach 2001 i 2002 pomiary takie zorganizowano w Sudetach (Szczawno Zdrój i Świeradów Zdrój), gdzie pobierano próbki naturalnych wód podziemnych (w Polsce uznanych za lecznicze), zawierających podwyższone stężenia CO_2 (od 1,56 do 2,07 g/dm³), a także różniących się między sobą w znacznym stopniu zawartością rozpuszczonych składników stałych (TDS między 0,18 a 2,97 g/dm³), zawartością ^{222}Rn (między 9 a 985 Bq/dm³), a także innych związków chemicznych i właściwości fizycznych. W 2003 roku przeprowadzono pomiary próbek wody przygotowanych w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie. Probki te przygotowano przez przepuszczanie powietrza wzbogaconego w radon ze źródła ^{226}Ra o aktywności 502,5 kBq (PYLON) przez zbiornik wypełniony 10 dm³ wody z wodociągu miejskiego. W sumie wykonano oznaczenia stężeń ^{222}Rn w 7 próbkach wody (2001 – 2, 2002 – 3 i 2003 – 2). Za każdym razem zwracano szczególną uwagę na stworzenie możliwie identycznych warunków poboru próbki wody przez każdego uczestnika eksperymentu. Do oznaczenia stężeń radonu w poszczególnych laboratoriach stosowano różnorodne techniki pomiarowe – metodę ciekłoscyntylacyjną, detektory promieniowania gamma, komory Lucasa oraz komory jonizacyjne.

Uzyskane rezultaty potwierdzają, że szczególnie wpływ na jakość pomiarów ma zachowanie szczelności pojemników z próbką wody od momentu jej pobrania aż do zakończenia pomiaru. Dwukrotnie zdarzyło się w różnych laboratoriach, że na skutek rozszczelnienia zestawu pomiarowego (złożonego z monitora AlphaGUARDTM i zestawu AquaKITTM) doszło do zaniżenia wartości zmierzonego stężenia ^{222}Rn . Najlepszą zgodność wyników we wszystkich 3 eksperymentach porównawczych osiągnęły laboratoria stosujące do pomiarów stężenia tego izotopu technikę ciekłoscyntylacyjną. Stwierdzono również, że wzrosła liczba laboratoriów, które uzyskały zgodne wyniki (w granicach błędów) z 55 w 2001 do 75% w 2003 roku. Potwierdza to osiągnięcie głównego celu organizowanych interkalibracji, jakim było zwiększenie dokładności i poprawności uzyskiwanych wyników oznaczeń stężeń radonu w próbkach wody przez poszczególne laboratoria. Autorzy uważają za niezbędne organizowanie podobnych eksperymentów interkalibracyjnych w przyszłości.

Pomiary porównawcze w latach 2002 i 2003 były organizowane w ramach prac Centrum Radonowego, a w 2003 roku także przy wykorzystaniu środków finansowych tej pozarządowej organizacji.

45.

Application of international safety standards to work involving exposure to natural radiation

Zastosowanie międzynarodowych standardów bezpieczeństwa w działalności związanej z narażeniem na naturalne źródła jonizującego promieniowania

Denis Wymer

International Atomic Energy Agency P O Box 100, A-1400 Vienna, AUSTRIA,
D.Wymer@iaea.org

One of the statutory functions of the International Atomic Energy Agency (IAEA) is to establish standards of safety for protection against ionizing radiation and to provide for the application of these standards to peaceful human activities. The International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (the BSS), published by the IAEA in 1996 and co-sponsored by several other major international organizations, contain the basic requirements to be fulfilled in all activities involving radiation exposure, including exposure to radiation of natural origin. In developing supporting standards and practical guidance on the application of the BSS, the IAEA has given progressively greater attention to exposure arising incidentally from work involving raw materials containing natural radionuclides. This paper describes the direction that this programme is taking in response to the needs expressed over the past few years by participants in various international meetings and conferences organized by the IAEA. A need has been identified for more data on activity levels, exposures and doses, as well as the factors influencing these parameters and governing the relationships between them in specific industrial processes involving naturally occurring radioactive material (NORM). Various data-gathering initiatives are described, including the gathering, interpretation and reporting of existing, reliable data for specific NORM industrial processes, and the formulation of a Co-ordinated Research Programme starting in 2004 to gather new data. A need has also been identified for practical guidance on the establishment of national systems of control over exposures to natural radiation, taking into account the very wide range of exposure scenarios and the necessity for pragmatism – that is, for radiation protection to be optimized to ensure that the degree of regulatory attention given to any particular situation is commensurate with what can be realistically achieved. The paper will describe the progress being made in this area in terms of conclusions to be drawn from existing guidance material, the programme for developing this guidance further in areas where uncertainties continue to be experienced, and the dissemination of this guidance in the form of training courses and other activities.



Jedną ze statutowych funkcji Międzynarodowej Agencji Energii Jądrowej (MAEA) jest ustanowienie standardów bezpieczeństwa w ochronie radiologicznej i zapewnienie wdrożenia

ich w pokojowej działalności człowieka. Międzynarodowe Podstawowe Standardy Bezpieczeństwa dla Promieniowania Jonizującego i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (BSS), opublikowane przez MAEA w 1966 roku i sponsorowane przez liczne inne duże organizacje międzynarodowe, zawierają podstawowe wymagania dla wszelkiej działalności wykonywanej w warunkach zagrożenia radiacyjnego, włączając zagrożenie promieniowaniem jonizującym pochodzenia naturalnego. W opracowaniu pomocniczych standardów i praktycznych zaleceń co do stosowania BSS, MAEA zwraca coraz większą uwagę na zwiększone zagrożenie przy pracy z surowcami zawierającymi radionuklidy pochodzenia naturalnego. W niniejszym artykule opisano kierunki, w jakich program ten wychodzi naprzeciw oczekiwaniom wyrażanym w latach ubiegłych przez uczestników różnych międzynarodowych konferencji i spotkań organizowanych przez MAEA. Zidentyfikowano potrzebę zebrania większej liczby danych o poziomach aktywności, ekspozycji i dawek, jak również czynników wpływających na te parametry i ustalających relacje między nimi w poszczególnych procesach przemysłowych, w których występuje NORM. Opisano liczne inicjatywy gromadzenia danych, włączając gromadzenie, interpretację i analizę istniejących, wiarygodnych danych dla poszczególnych procesów przemysłowych, i sformułowanie na 2004 rok Skoordinowanego Programu Badawczego dla pozyskania nowych danych. Zidentyfikowano również potrzebę opracowania praktycznych wytycznych w celu ustanowienia narodowych systemów kontroli zagrożenia naturalnymi radionuklidami, biorąc pod uwagę szeroki zakres scenariuszy zagrożenia i potrzebę pragmatyzmu – co w ochronie radiologicznej oznacza konieczność optymalizacji, aby stopień zainteresowania prawodawcy konkretną sytuacją był skompensowany realistycznymi efektami tego zainteresowania. Artykuł opisuje postęp, jaki został dokonany na tym obszarze w formie wniosków wysnutych z istniejących danych, programu rozwoju dalszych wytycznych w obszarach, co do których istnieją wątpliwości i rozpowszechnianiu tych zaleceń w formie szkoleń i innych działań.

46.

A specific study concerning NORM in refractories industries

NORM w przemyśle materiałów ogniotrwałych

F. Trotti¹⁾, C. Zampieri¹⁾, G. Clauser²⁾, M. Facchinelli²⁾, D. Desideri³⁾, G. Jia⁴⁾, P. Innocenzi⁴⁾, R. Ocone⁴⁾

¹⁾ ARPA Veneto – Regional Agency for the Environmental Protection of Veneto via A. Dominutti 8, 37135 Verona, ITALY, ftrotti@arpa.veneto.it; czampieri@arpa.veneto.it

²⁾ APPA Trento – Provincial Agency for the Environmental Protection of Trento Piazza A. Vittoria 5, 38100 Trento, ITALY

³⁾ Institute of General Chemistry – Urbino University, Piazza Rinascimento 6, 61029 Urbino, ITALY

⁴⁾ APAT – National Agency for the Environmental Protection via V. Brancati 48, 00144 Roma, ITALY

A specific study concerning refractory industries has been performed by a group of Italian Regional Environmental Protection Agencies together with the National Environmental Protection Agency. The aim of this study was to evaluate the environmental impact for some activities dealing with NORM.

In this frame, all steps of the standard working cycle are described: the beginning from the raw materials (zircon sands or semi-finished zircon silicates based components) and the end up to the finished products and the production of residues, dust and treatment water. A radiological survey has been carried out in two Northern Italy companies.

Activity concentrations measurements by gamma spectrometry (more relevant gamma nuclides of natural chains) and radiochemical analysis (^{210}Pb , ^{210}Po) on raw materials, finished products, residues and treatment water were made.

Information and technical data related to the present working cycle have been collected by means of specific questionnaires, sent to most of the involved factories selected from the sector association's data base.

An estimate of the environmental pressure from the two companies and the whole sector itself is assessed by the combination of the radiological results of two companies survey with information from the questionnaires.



Grupa włoskich regionalnych agencji ochrony środowiska w porozumieniu z Narodową Agencją Ochrony Środowiska przeprowadziła badania problemów związanych z występowaniem NORM w przemyśle materiałów ogniotrwałych. W ramach tych badań przeprowadzono analizę poszczególnych etapów procesu technologicznego, począwszy od surowców (piaski cyrkonowe, półfabrykaty silikatów cyrkonowych), a skończywszy na wyrobach końcowych, odpadach produkcyjnych, pyłach i wodzie technologicznej.

Badania radiometryczne zostały przeprowadzone w dwóch fabrykach na północy Włoch. Pomiary surowców, wyrobów, odpadów i wody technologicznej wykonano metodami analizy radiochemicznej (^{210}Pb , ^{210}Po) i spektrometrii promieniowania gamma.

Informacje dotyczące szczegółów technicznych stosowanych obecnie w przemyśle materiałów ogniotrwałych procesów zgromadzono za pomocą specjalnie opracowanej ankiety rozosłanej do firm wybranych z branżowej bazy danych.

Ocena wpływu na środowisko została przeprowadzona na podstawie szczegółowych badań przeprowadzonych w dwóch zakładach oraz informacji ilościowych i jakościowych pochodzących z całego sektora zajmującego się produkcją materiałów ogniotrwałych.

47.

Grain size in radiometric measurements of ground

Znaczenie rozmiarów ziaren w radiometrycznych pomiarach gruntu

V. Gablin

Moscow Scientific-Industrial Association „Radon” 2/14, 7th Rostovsky per., Moscow 119121 RUSSIA, vgablin@radon.ru

Known procedures of radiometric measurements of ground differ significantly in grain size of the sample. The range is 0.043–0.25 mm. To answer the question about the proper grain size of the sample to be measured one must address to the three types of radioactivity in grounds.

Natural radioactivity is distributed homogeneously through the bulk of sample. It is either nuclides in crystal structure of minerals (K in KAlSi_3O_8) or isomorphic replacement in crystal

structure (Ra in BaSO_4 , Th in ZrSiO_4 , U in CePO_4). Model radiometric measurements of the same sample with grain size ranging from 0.125 mm to 2 mm do not show significant difference between specific α - and β -activities in spite of increasing of specific surface. That is why there is no reason to grind monocrystal grains.

Artificial radioactivity is caused by atmospheric fallout presenting nuclides in dynamic form, or by "hot particles" which are commonly uranium and plutonium oxides (silicates) and also ^{14}C . If we grind "hot particle" its fine subparticles will cover non-active grains of matrix that will lead to increasing of surface contamination and as a result – to increasing of specific radioactivity.

Secondary radioactivity is a result of changes of nuclides concentration in grounds owing to weathering, infiltration, precipitation and other natural processes. Both natural and artificial nuclides can be involved in these processes. Nuclides here occur preferentially in sorbed form on the grain surface as salts, hydroxides and complex compounds. This is another kind of inhomogeneity, not so sharp one. Grinding such grains increases specific surface, decreasing specific radioactivity.

Thus the whole bulk of sample to be measured should be driven to monocrystal state, i. e. grain size does not have to be definite. In case if the sample of ground contains "hot particles" one must try to separate it to active and non-active parts as carefully as possible with two different subsequent measurements.



Wyniki badań gruntu, uzyskane za pomocą znanych procedur radiometrycznych, mogą różnić się znacząco w zależności od rozkładu ziarnowego próbek. Typowe rozmiary ziaren zawierają się w granicach 0,043–0,25 mm. Aby odpowiedzieć na pytanie, dotyczące właściwej wielkości ziaren w badanej próbce, należy rozpatrzyć to dla trzech różnych typów promieniotwórczości.

Promieniotwórczość naturalna jest jednorodnie rozłożona w próbce. Są to zarówno izotopy w strukturze krystalicznej minerałów (potas w KAlSi_3O_8) czy izomorficzne wtrącenia w sieci krystalicznej (Ra w BaSO_4 , Th w ZrSiO_4 , U w CePO_4). Badania laboratoryjne tej samej próbki o rozmiarach ziaren zmieniających się w granicach od 0,125 do 2 mm nie wykazały znaczących różnic między aktywnością właściwą α i β mimo wzrostu powierzchni właściwej próbki. Dlatego nie ma powodu mielenia ziaren monokrystalicznych.

Promieniotwórczość sztuczna jest efektem opadu atmosferycznego izotopów promieniotwórczych, także w formie „gorących cząstek”, które składają się zazwyczaj z tlenków (krzemianów) uranu i plutonu oraz ^{14}C . Jeżeli taka „gorąca cząstka” zostanie rozdrobniona, to powstałe w taki sposób drobne cząstki mogą pokryć powierzchnię nieaktywnych ziaren matrycy i spowodować wzrost aktywności właściwej próbki.

Promieniotwórczość wtórna to efekt zmian stężenia radionuklidów w gruncie na skutek wietrzenia, infiltracji wód, wytrącania się i innych procesów naturalnych. W procesach tych mogą uczestniczyć zarówno izotopy naturalne, jak i sztuczne. Są one zazwyczaj zaadsorbowane na powierzchni ziaren w postaci soli, wodorotlenków, czy też w formie kompleksów. Zatem nie są rozłożone jednorodnie w glebie, a rozdrabnianie ziaren powoduje wzrost powierzchni właściwej i spadek aktywności właściwej próbki.

Dlatego próbki gruntu powinny być mierzone tak, aby występowały w nich ziarna monokrystaliczne, a ich rozmiary nie były ograniczone. Natomiast w przypadku, gdy próbka zawiera „gorące cząstki” należy przeprowadzić możliwie najdokładniej separację aktywnych i nieaktywnych ziaren i wykonać oddzielne pomiary obu frakcji.

Test thresholds for assessment of possible groundwater contamination at sites contaminated with radioactive materials

Propozycje limitów dla określenia możliwości zanieczyszczeń wód gruntowych w rejonach skażonych substancjami promieniotwórczymi

Rainer Gellermann¹⁾, Michael Hahn, Ulrike Haberlau, Joachim Beetz²⁾

¹⁾ HGN Hydrogeologie GmbH, Waller Weg 22, D-38112 Braunschweig phone: ++49 531 23170300, GERMANY, r.gellermann@hgn-online.de

²⁾ Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg, Postfach 1370, D-15203 Frankfurt (Oder), phone: ++49 335 560 0, GERMANY, michael.hahn@lvl.brandenburg.de

At several sites in Land Brandenburg the ground is contaminated with natural radionuclides, especially thorium from former industrial processes. Such type of contamination is regulated neither in the Federal Ordinance on Soil Protection and Contaminated Sites (BBodSchV) nor in the German Radiation Protection Ordinance (StrlSchV). However, the European Basic Safety Standards Directive specifies that areas of former practice or work that are a source of permanent risk to people have to be demarcated and controlled. If necessary, intervention measures need to be carried out and access must be restricted. Therefore treatment of such cases requires technical regulations and supporting instructions to facilitate correct decisions by the relevant authorities. Such regulations must be conform with the existing regulations, especially the BBodSchV and guidelines of urban land use planning.

When assessing existing situations, the exposure path "groundwater" is of particular significance for any decision-making. In a study suitable criteria and instructions were derived in order to identify for this special path those areas that can be considered as uncontaminated and therefore exempt from further radiological investigations and from any restrictions concerning land use planning. The methodical approach used corresponds to the leachate forecast according to BBodSchV as applied for natural radionuclides.

Threshold values were derived from the relation between contamination of soil and resulting ingestion doses for children younger than 1 year. The lower threshold "UWB" corresponds to a dose level of 0.1 mSv/a, the upper one "OWB" corresponds to 0.5 mSv/a. The following test thresholds "UBW" were obtained for a contamination close to or in contact with groundwater:

40 Bq/kg for the maximum activity of ^{232}Th decay chain;

40 Bq/kg for maximum activity of ^{238}U chain.

If the contamination is located significantly higher than the groundwater table (here: more than 1 m), then the values are:

1000 Bq/kg for the maximum activity of ^{232}Th decay chain,

200 Bq/kg for maximum activity of ^{238}U chain.



W Brandenburgii w wielu miejscach stwierdzono występowanie skażeń promieniotwórczych gruntów spowodowanych działalnością przemysłową w ubiegłych latach. Do tego typu skażeń nie odnoszą się ani przepisy zawarte w Federalnym Rozporządzeniu dotyczącym Ochrony Gleb i Terenów Skażonych (BBodSchV), ani regulacje prawne zawarte w Niemieckim Rozporządzeniu dotyczącym Ochrony Radiologicznej (StrSchV). Jednak Europejska

Dyrektywa na temat Podstawowych Norm Bezpieczeństwa (European Basic Safety Standards Directive) określa, że obszary, które w przeszłości uległy skażeniom i stanowią zagrożenie dla ludności powinny być zidentyfikowane i kontrolowane. W szczególnych przypadkach należy zaś podejmować działania interwencyjne i ograniczyć dostęp do skażonych terenów. Z tego względu właściwy sposób postępowania w takich sytuacjach wymaga regulacji technicznych i wprowadzenia instrukcji ułatwiających podejmowanie właściwych decyzji przez odpowiednie władze. Przepisy powinny być zgodne z istniejącymi regulacjami, a szczególnie z Rozporządzeniem o Ochronie Gleb i Terenów Skażonych (BbodSchV) oraz z instrukcjami dotyczącymi planów przestrzennego zagospodarowania terenów.

Analiza istniejącej sytuacji wskazuje, że problem potencjalnych skażeń wód gruntowych ma zasadnicze znaczenie przy podejmowaniu wszelkich decyzji związanych z omawianą tematyką. W pracy przedstawiono odpowiednie kryteria i instrukcje umożliwiające kwalifikowanie obszarów ze względu na stan skażeń radiologicznych i wskazywanie, jakie obszary mogą być traktowane jako nieskażone i w związku z tym wyłączone z kontroli skażeń promieniotwórczych i nie podlegające jakimkolwiek ograniczeniom dotyczącym planów zagospodarowania przestrzennego. Zastosowana metodyka w odniesieniu do naturalnych radionuklidów zgodna jest z metodą prognozowania wymywania zalecaną przez BbodSchV.

Wartości progowe obliczono na podstawie relacji między zanieczyszczeniami gleby i wynikającą z nich dawką, którą mogłyby wchłonąć dzieci poniżej pierwszego roku życia droga pokarmową. Dolny próg (UWB) odpowiada dawce 0,1 mSv/a, a górny próg (OWB) dawce 0,5 mSv/a. Następujące wartości progowe (UBW) obliczono dla zanieczyszczeń zlokalizowanych blisko lub pozostających w kontakcie z wodami gruntowymi:

40 Bq/kg – maksymalna aktywność ^{232}Th ,
40 Bq/kg – maksymalna aktywność ^{238}U .

W przypadku, kiedy zanieczyszczenia zlokalizowane są znacznie powyżej poziomu wód gruntowych (powyżej 1 metra), wartości te będą równe:

1000 Bq/kg – maksymalna aktywność ^{232}Th ,
200 Bq/kg – maksymalna aktywność ^{238}U .

49.

Natural radioisotope level differentiation in arable and noncultivated soils at Łęczna-Włodawa Lake District

Zróźnicowanie poziomu izotopów naturalnych w glebach uprawnych i nieużytkach na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

A. Komosa, St. Chibowski, J. Solecki, M. Reszka

Department of Radiochemistry and Colloid Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, POLAND, akomosa@hermes.umcs.lublin.pl

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie district located on East of Poland is used as recreation ground but mainly it is an agriculture area producing ecological food. Due to lack of industry this area is relatively low contaminated. An exception is Bogdanka coal mine located 20 km north of Łęczna town at vicinity of Poleski National Park. Its activity, despite of the law and technical regulations observance may be disadvantageous for the environment in future. A potential hazard may give accumulation of natural radioactive elements in soil and bottom

sediments, which results from increase of the storage field (up to 83 ha in future) and disposal of coal mine water to the Świnka river.

In the paper the comparison studies of the concentration of some natural radioactive isotopes in cultivated and unploughed area are presented. The samples were collected from 0–10 cm surface layer at seven points at Poleski National Park border. Concentration of gamma radioactive isotopes was measured by Silena-Canberra semiconductor (HPGe) spectrometer with Genie-2000 software for quantitative analysis of the nuclides. Obtained results enable estimation of health hazard by natural and anthropogenic ^{137}Cs gamma radioactive isotopes.



Obszary Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego położone na terenach wschodniej Polski są terenami rekreacyjnymi oraz obszarami rolniczymi produkującymi ekologicznie czystą żywność. Tereny te są stosunkowo mało zanieczyszczone ze względu na brak większych centrów przemysłowych. Jedynym wyjątkiem jest kopalnia węgla kamiennego Bogdanka, położona w pobliżu miejscowości Łączna, w niedużej odległości od Poleskiego Parku Narodowego. Jej działalność, pomimo przestrzegania wszelkich stosownych przepisów może mieć niekorzystny wpływ na środowisko. Powiększanie się obszaru zajętego przez składowisko odpadów kopalnianych skały płonnej (które ma w przyszłości zajmować obszar 83 ha), jak również odprowadzanie wód kopalnianych do pobliskiej rzeki Świnki stanowi potencjalne zagrożenie spowodowane przez kumulację naturalnych pierwiastków promieniotwórczych w glebie i osadach dennych.

Praca przedstawia badania dotyczące porównania stężeń naturalnych izotopów promieniotwórczych w glebach uprawnych i na terenach nieużytków, na obszarach położonych w niezbyt dużej odległości od kopalni. Próbkę gleb pobrano z warstwy powierzchniowej od 0 do 10 cm głębokości oraz z profili gleb uprawnych, w 7 punktach na terenach okalających Poleski Park Narodowy. Stężenie izotopów gamma-promieniotwórczych określano metodą spektrometryczną przy użyciu spektrometru Silena-Canberra z detektorem HPGe, wykorzystując program Genie-2000 do analizy ilościowej. Wykonane pomiary umożliwiły ocenę zagrożeń spowodowanych obecnością naturalnych izotopów gamma-promieniotwórczych, jak antropogenicznego również antropogenicznego ^{137}Cs .

50.

Attempts on radon exhalation rate determination from a waste-dump at the Bogdanka coal mine using the Picorad detectors

Próby oznaczania szybkości ekshalacji radonu ze składowiska odpadów kopalni węgla kamiennego „Bogdanka” przy użyciu detektorów Picorad

A. Komosa¹⁾, St. Chibowski¹⁾, St. Chałupnik²⁾

¹⁾ Department of Radiochemistry and Colloid Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, POLAND, akomosa@hermes.umcs.lublin.pl

²⁾ Central Mining Institute, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice, POLAND

Bogdanka coal mine is located in Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie district at vicinity of Poleski National Park. From the beginning of the coal mine activity i.e. for 20 years waste rock is deposited close by. It mainly consists of clumps (about 88%) of a few centimeters grain-size,

whereas sandstones, siderite and mudstones form the rest. Storage yard filled in about 30 percent covers 83 ha and is cultivated in part.

It is well known that deposited waste rocks of coal mines may be a source of radon. The emission rate of this element from a spoil dump depends on many factors so direct measurements of an exhalation rate are the most reliable.

Passive detectors containing activated carbon, Picorad (Niton-Canberra-Packard), designed to the detection of indoor radon at stable concentration of this nuclide were used. An application of these detectors in open area may produce errors connected with higher humidity and varied concentration of exhaled radon.

The radioactivity of radon and its daughters was determined with liquid scintillation spectrometer by Quantulus (Wallac-Perkin-Elmer). Measurements were made in several points of the spoil dump including last deposited and cultivated sites. A calibration of the detectors with various concentrations of radon and humidity level was performed in a radon chamber in Central Mining Institute.



Na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego w niewielkiej odległości od obszarów Poleskiego Parku Narodowego położona jest kopalnia węgla kamiennego Bogdanka. W pobliżu kopalni od początku jej działalności, tj. od przeszło 20 lat, gromadzone są odpady skały płonnej, wydobywanej na powierzchnię wraz z węglem kamiennym. W ich skład wchodzi głównie łupki ilaste, stanowiące ok. 88%, a na pozostałe 12% składają się: piaskowce, syderyty i mułowce o uziarnieniu do ok. kilku centymetrów. Składowisko, wypełnione aktualnie w 1/3 swojej pojemności, obejmuje obszar 83 ha, częściowo zrekultywowany. Jak wiadomo składowiska odpadów z kopalni węgla kamiennego mogą być źródłem radonu. Szybkość uwalniania tego pierwiastka z hałdy zależy od bardzo wielu czynników, dlatego też najbardziej wiarygodne do oceny jego stężenia są bezpośrednie pomiary ekshalacji.

Do pomiarów wykorzystano detektory z węglem aktywowanym Picorad (Niton, Canberra-Packard) przeznaczone w zasadzie do detekcji radonu w pomieszczeniach o stałej jego koncentracji. W przypadku użycia tych detektorów do pomiarów na odkrytym terenie istnieje problem wysokiej wilgotności i zmiennego stężenia radonu wydzielającego się z materiału skalnego.

Aktywność radonu i produktów jego rozpadu określano przy użyciu spektrometru z ciekłym scyntylatorem Quantulus (Wallac-Perkin-Elmer). Badania przeprowadzono w kilku punktach składowiska na powierzchniach świeżo utworzonych i zrekultywowanych. Kalibrację detektorów przy zmiennym stężeniu radonu i różnej wilgotności przeprowadzono w komorze radonowej w Głównym Instytucie Górnictwa.

51.

Determination of ^{210}Po and ^{210}Pb from marine sediments

Pomiary ^{210}Po i ^{210}Pb w próbkach osadów morskich

Paula Juntunen, Maria Betti

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Transuranium Elements, P.O.Box 2340, 76125 Karlsruhe, GERMANY, paula.juntunen@itu.fzk.de

The sediments of the northeast Irish Sea are radioactively contaminated due to controlled discharges of low-level radioactive waste from nuclear facilities. Our core samples have already been well profiled with respect to U, Np, Am and Pu. The concentrations of these nuclides can be compared to Sellafield discharge declarations. In order to date the sediments, however, we must determine other radionuclides. The so-called ^{210}Pb method is widely used to determine the accumulation rate of sediments in lakes, oceans and other waters. The age of sediment from a certain depth in a sediment core can be established from the accumulation rate. This paper describes the determination of ^{210}Po and ^{210}Pb with different methods. By experimentally comparing analytical methods we have chosen the one that is least time consuming and which has the best analytical figure of merit. Moreover, the core sediments have been dated and the results compared with the yearly discharge declaration of the facility.



Osady z północno-wschodniej części Morza Irlandzkiego są skażone promieniotwórczo na skutek kontrolowanych zrzutów niskoaktywnych odpadów z instalacji jądrowych. W badanych przez nas próbkach osadów oznaczono już wcześniej stężenia U, Np, Am i Pu. Stężenia tych izotopów są zgodne z deklarowanymi przez zakłady Sellafield wielkościami zrzutów. W celu określenia wieku osadów konieczne jest jednak wykonanie pomiarów innych izotopów. Jedną z szeroko stosowanych metod jest tak zwana metoda ^{210}Pb , służąca do określania szybkości sedymentacji w jeziorach, oceanach czy innych zbiornikach wodnych. Wiek osadu z określonej głębokości można określić na podstawie szybkości sedymentacji. W artykule opisano różne metody oznaczania ^{210}Po oraz ^{210}Pb . W warunkach laboratoryjnych porównano różne metody analityczne oznaczania tych izotopów i wybrano do stosowania metody najmniej czasochłonne, a równocześnie dające najbardziej precyzyjne wyniki. Ponadto wykonano datowania próbek rdzeniowych osadów, a wyniki porównano z deklarowanymi przez przemysł rocznymi zrzutami z instalacji.

52.

Cosmogenic ^{22}Na and ^7Be in ground level air

^{22}Na i ^7Be w przyziemnej warstwie atmosfery

Sylwia Grabowska, Jerzy W. Mieltski

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences, PL-31-342 Kraków, E. Radzikowskiego 152 St., POLAND, Sylwia.Grabowska@ifj.edu.pl

The cosmogenic radionuclides are produced in whole atmosphere, although the most intense processes goes in the stratosphere. One of such radionuclide is ^{22}Na , which decays by beta plus decay with half-life-time of 2.6 year, end emits gamma radiation of 1275 keV. Another one is ^7Be , which is also gamma-emitter (478 keV) and which half-life time is 54 days. Sooner or later all not gaseous matter attaches to the aerosols. From stratosphere cosmogenic radionuclides migrate to ground level air by means of different processes like diffusion, sedimentation, convection. Usually on ground level air the activity of ^{22}Na is on the level of a fraction of single $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ may be studied by filtration of high volumes of the air and application of low-level gamma spectrometry. ^7Be is much more active, on the level of few mBq/m^3 .

The Petryanov air filters from two ASS-500 aerosol sampling stations in weekly achieved sets exposed in Krakow during 2003 are analyzed for the presence of all gamma-emitters using a gamma-rays spectrometer with HPGe detector shielded with complex active and passive shields. Each sample contains aerosols from more than 0.1 Mm^3 of air. In our previous study covering years 1996–2002 (in half a year sets of samples) the cosmogenic ^{22}Na shows a strong seasonal variation with significant different mean values activity concentration between $0.333 \pm 0.095 \text{ } \mu\text{Bq m}^{-3}$ and $0.137 \pm 0.045 \text{ } \mu\text{Bq m}^{-3}$, for summer and winter, respectively [1]. Moreover, the activity ratio for two cosmogenic radionuclides: ^{22}Na and ^7Be showed also changes with statistically significant seasonal differences. The lower values were found during winters. The conclusion was that transport of ^{22}Na from stratosphere to ground level air during summer seems to be so much effective, that result in kind of relative depletion of stratosphere of this nuclide. The aim of present investigation is to see the changes of ^{22}Na activity and of ^{22}Na to ^7Be activity ratio in more detailed way within a year period.

References

1. S. Grabowska, J.W. Mietelski, K. Kozak, P. Gaca, Gamma emitters on micro-becquerel activity level in air at Kraków (Poland), *Journal of Atmospheric Chemistry* (2003), vol. 46, p. 103-116.



Izotopy pochodzenia kosmicznego (tzw. kosmogeniczne) są produkowane w całej atmosferze, jednak najbardziej intensywnie tworzone są w stratosferze. Jednym z takich izotopów jest ^{22}Na , który rozpada się przez rozpad beta plus z czasem połowicznego rozpadu 2,6 lat, emituje też promieniowanie gamma o energii 1275 keV. Innym izotopem kosmogenicznym jest ^7Be , który rozpada się przez wychwyt elektronu z czasem połowicznego rozpadu 54 dni emitując kwanty gamma o energii 478 keV.

Izotopy kosmogeniczne migrują ze stratosfery do przyziemnej warstwy atmosfery wskutek dyfuzji, sedymentacji oraz konwekcji. Aktywność ^{22}Na w przyziemnej warstwie atmosfery wynosi zwykle dziesiąte części $\mu\text{Bq/m}^3$, natomiast ^7Be jest rzędu kilku $\mu\text{Bq/m}^3$.

W prezentowanych badaniach próbkami były filtry Petrianowa poddane tygodniowej ekspozycji w ciągu całego roku (2003) w dwóch stacjach poboru aerozoli z przyziemnej warstwy atmosfery ASS-500, ulokowanych na terenie Krakowa. Pomiar wszystkich gamma emiterów wykonano przy pomocy spektrometru promieniowania gamma z detektorem HPGe. Przez każdą badaną próbkę przepuszczono około $0,1 \text{ Mm}^3$ powietrza. W naszych poprzednich badaniach, obejmujących lata 1996–2002 (badane w półrocznych zestawach) izotop ^{22}Na wykazywał wyraźną sezonową zależność ze znaczną różnicą średnich aktywności pomiędzy $0,333 \pm 0,095 \text{ } \mu\text{Bq/m}^3$ i $0,137 \pm 0,045 \text{ } \mu\text{Bq/m}^3$ odpowiednio dla lata i zimy [1]. Co więcej, stosunek aktywności dwóch rozpatrywanych izotopów: ^{22}Na i ^7Be podlegał znacznym sezonowym zmianom. Niższe wartości odnotowane były w czasie zimy. Wniosek, który z tego wyciągnięto był następujący: transport kosmogenicznych radionuklidów ze stratosfery do przyziemnej warstwy atmosfery jest bardzo efektywny latem, co musi powodować zauważalne zmniejszenie aktywności kosmogenicznych radionuklidów w stratosferze po okresie lata i w konsekwencji, przy stałym tempie produkcji radionuklidów, wolniejsze odbudowywanie poziomu stężenia długożyciowego ^{22}Na niż krócej żyjącego ^7Be . Potwierdzono więc hipotezę o istnieniu letnich wstrzyknięć powietrza stratosferycznego do troposfery. Celem aktualnie prowadzonych badań jest bardziej szczegółowe poznanie zmian w aktywności ^{22}Na oraz stosunku ^{22}Na do ^7Be w ciągu roku.

1. S. Grabowska, J.W. Mietelski, K. Kozak, P. Gaca, Gamma emitters on micro-becquerel activity level in air at Kraków (Poland), *Journal of Atmospheric Chemistry* (2003), vol. 46, p. 103-116.

Application of liquid scintillation counting technique to gross alpha, gross beta and radon measurements in Portuguese waters**Zastosowanie techniki ciekłoscintylacyjnej do pomiarów całkowitej aktywności alfa i beta oraz radonu w wodach w Portugalii**

I. Lopes, M.J. Madruga, F.P. Carvalho

Nuclear and Technological Institute, Department of Radiological Protection and Nuclear Safety Estrada Nacional 10 (Apartado 21) 2686-953 Sacavém, PORTUGAL, ilo-pes@itn.mces.pt

Natural water contains a number of alpha and beta emitters and the radiological examination such as the determination of the quality of drinking water requires measuring of mixtures of α and β emitters. The recommendation of Portuguese law proposed limits values (0.1 Bq/l and 1 Bq/l) for gross alpha and gross beta activities, respectively. The main goal of this work was to develop, test and optimise new radiometric techniques for measuring mixtures of α and β emitters in drinking waters. Liquid scintillation counting technique (LSC) has been optimized for the determination of these radiological parameters. We used a low background liquid scintillation system detector with the ability to discriminate between alpha and beta particles by pulse shape analysis (PSA). High counting efficiencies and lower limits detection were obtained. The first studies on the radioactivity content of some bottled waters showed the limits values weren't exceeded. Water samples from taps, wells and springs have already been collected in old mining areas for further analysis. The results of gross alpha and beta measurements showed waters with more high activities.

This water samples collected in that areas are also enriched with dissolved Rn, produced in rocks containing uranium. Radon levels were determined by short lived daughter products using the LSC technique. The counter was calibrated with ^{226}Ra standard solutions, measured one month after and corrected to correspond secular equilibrium of ^{226}Ra with ^{222}Rn . The counting efficiency was closer to theoretical maximum expected (500%). The LLD value for radon measurements was 0.195 Bq/l using the counting time of 60 min. Preliminary results will be described.



Wody naturalne mogą zawierać szereg izotopów alfa i beta promieniotwórczych, a przepisy określające jakość wód pitnych wymagają między innymi określenia stężeń tych izotopów. Przepisy prawne w Portugalii ustalają wartości dopuszczalne dla całkowitej aktywności alfa i beta odpowiednio na poziomie 0,1 Bq/l i 1 Bq/l.

Głównym celem pracy było opracowanie, przetestowanie i optymalizacja nowej techniki pomiarowej dla oznaczania mieszanin emiterów α i β w wodach pitnych. Najbardziej optymalnym rozwiązaniem okazało się zastosowanie techniki ciekłoscintylacyjnej (liquid scintillation counting – LSC) dla określania tych wielkości. W tym celu wykorzystywany jest niskotłowy spektrometr ciekłoscintylacyjny, umożliwiający rozróżnianie cząstek alfa i beta dzięki analizie kształtu impulsów (pulse shape analysis – PSA). Osiągnięto w ten sposób wysoką wydajność detekcji oraz niskie limity detekcji dla obu wielkości. Wstępne badania promieniotwórczości niektórych wód butelkowych nie wykazały przekroczeń wartości dopuszczalnych. W kolejnym etapie prac pobrano próbki wód wodociagowych ze studni oraz

źródeł na terenach pogórnich. W tym przypadku wody te charakteryzowały się znacznie wyższymi zawartościami izotopów alfa i beta promieniotwórczych.

Próbki wód z rejonów pogórnich charakteryzują się także podwyższonymi stężeniami radonu, powstającego w skałach zawierających uran. Stężenia radonu oznaczano również z wykorzystaniem techniki LSC poprzez jego produkty rozpadu. Do tego celu kalibrację spektrometru wykonano za pomocą roztworu wzorcowego ^{226}Ra , mierzonego po miesiącu od spreparowania a następnie skorygowano wyniki dla stopnia równowagi promieniotwórczej pomiędzy ^{226}Ra i ^{222}Rn . Wydajność detekcji była bliska maksymalnej wartości teoretycznej (500%). Dolny próg detekcji dla radonu określono jako 0,195 Bq/l dla czasu pomiaru 60 min. W referacie przedstawiono również wstępne wyniki badań stężeń radonu w wodach.

54.

Examining the natural radioactivity of water sources to evaluate the impact on surrounding communities

Badanie naturalnej promieniotwórczości zasobów wodnych w celu oceny ich wpływu na ludność

A. Faanhof¹⁾, P. Kempster²⁾

¹⁾ Atomic Energy Corporation of South Africa, PO Box 582, Pretoria, 0001, REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

²⁾ Institute for Water Quality Studies, Private Bag X313, Pretoria, 0001, REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

Natural occurring radioactive materials (NORM) are quite common in the South African mining and mineral processing industry, even so that uranium is produced as a by-product at certain gold and copper mining sites. Other major industries associated with NORMs are the coal, copper and heavy mineral sectors.

Legislation in South Africa addresses the allowed yearly radiation dose to registered radiation workers and the general public, and adheres to the most common internationally accepted standards of 20 mSv/a and 1 mSv/a respectively for these categories. The yearly dose is obviously the sum of the contributions from every individual nuclide from all possible sources. Accordingly, for members of the public, the individual sources are to be evaluated at the (South African) guideline level of 25 $\mu\text{Sv/a}$. This imposes severe constraints on the radioanalytical laboratory to offer an affordable routine service due to the required sensitivity to analyse these NORMs and the variety of matrices involved.

Determination of all required parameters to evaluate the yearly dose is possible, although costly. Correlations of yearly dose with one or two chemical/radionuclide components will allow an affordable monitoring strategy. According to the evaluation of a survey performed in one of the gold-mining catchment areas in South Africa this seems indeed possible.



Materiały o podwyższonej promieniotwórczości naturalnej (NORM) powszechnie towarzyszą eksploatacji górniczej i przeróbce surowców mineralnych w Południowej Afryce, albowiem uran jest produktem ubocznym wydobywanym razem z rudami złota i miedzi. Inne przemysły, którym towarzyszą materiały NORM to górnictwo węgla, rud i metali ciężkich.

Prawodawstwo w RPA określa dopuszczalne roczne dawki dla pracowników pracujących w warunkach narażenia radiacyjnego oraz dla ogółu ludności zgodnie ze standardami obowiązującymi w większości krajów odpowiednio na poziomach 20 mSv/rok i 1 mSv/rok. Roczna dawka szacowana jest jako suma wkładów od poszczególnych izotopów ze wszelkich źródeł. Zgodnie z krajowymi wytycznymi, poszczególne źródła zagrożenia podlegają kontroli w sytuacji kiedy dawka może przekroczyć poziom 25 μ Sv na rok. Narzuca to surowe warunki dla laboratoriów analitycznych, które muszą opracować odpowiednio dokładne metodyki pomiarowe uwzględniające różnorodność badanego materiału. Określenie wszystkich parametrów niezbędnych do oszacowania rocznej dawki jest możliwe, ale wiąże się z dużymi kosztami. Powiązanie wielkości dawki z jednym lub dwoma składnikami chemicznymi lub promieniotwórczymi pozwoli na opracowanie odpowiedniej strategii monitoringu. Zgodnie z oceną przeprowadzoną w obszarze jednego z południowoafrykańskich rejonów eksploatacji złota, wydaje się, że taka strategia ma szansę powodzenia.

55.

The radiological impact of NORM industries in the UK

Narażenie radiacyjne od naturalnych substancji promieniotwórczych, powodowane przez przemysł w Wielkiej Brytanii

K.R. Smith*, S.M. Warner Jones, W.B. Oatway, J.A. Jones, M.P. Harvey, P.V. Shaw, S.F. Mobbs

National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon OX12 9XW, UNITED KINGDOM

*author for correspondence – rachel.smith@nrpb.org

As part of its periodic review of radiation doses to the population of the United Kingdom, the National Radiological Protection Board identified the need to estimate the radiological impact of the operation of non-nuclear industries which use or produce materials containing enhanced levels of naturally occurring radionuclides. A number of industries have been considered in the study. These include: coal-fired electricity generation; the steel production industry; the oil and gas industry; and rare earth industries. For each industry the radiological impact of the primary industry, the waste streams produced and, where applicable, the use of by-products were addressed. Doses to workers in the industries and members of the public were estimated as part of the study.



W ramach przeprowadzanej okresowo przez Państwowy Urząd Ochrony Radiologicznej (NRPB) oceny dawek promieniowania, na jakie narażana jest populacja zamieszkująca Wielką Brytanię pojawiła się konieczność uwzględnienia dawek dotyczących przemysłu niezwiązane-go bezpośrednio z energetyką jądrową, a wykorzystujących lub produkujących materiały zawierające podwyższone zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych. W rezultacie zostały przeprowadzone badania licznych gałęzi przemysłu, między innymi: energetyki opartej na spalaniu węgla, górnictwa ropy i gazu, produkcja stali i metali ziem rzadkich. Dla każdej dziedziny badanego przemysłu przeanalizowano wpływ podstawowego procesu technologicznego, powstających odpadów, oraz, tam gdzie miało to zastosowanie, wykorzystanie

produktów ubocznych. Przeprowadzono również ocenę dawek promieniowania dla osób zatrudnionych w poszczególnych branżach oraz osób postronnych poddanych ekspozycji na skutek przebywania w sąsiedztwie prowadzenia określonej działalności lub składowania odpadów.

56.

Radionuclide contamination of surface waters, sediments, and soil caused by coal mining activities in the Ruhr District (Germany)

Promieniotwórcze skażenie wód powierzchniowych, osadów i gleby na skutek działalności górniczej w Zagłębiu Ruhry w Niemczech

Simone Schmid, Jens Wiegand

The discharge of highly mineralised mine waters with enhanced ^{226}Ra and ^{228}Ra activity concentrations has affected creeks, rivers, sediments, soils, and plants along the Lippe River and its tributaries. ^{226}Ra activity concentrations were elevated in all water samples receiving mine water, with activity concentrations gradually decreasing with increased distance from the colliery due to dilution and chemical precipitation of radium with barium. Increased concentrations of radium and radium decay products were also measured in sediments and flood-affected soils. The sediments show an enrichment of ^{226}Ra up to a factor of 750, while the contaminated soils “only” reach a factor of 10. In aquatic plants, a 4-fold increase in ^{226}Ra activity concentrations was measured downstream of the discharge points. The contamination of the river banks and adjacent floodplain with radium is responsible for enhanced gamma dose rates, which, along with the incorporation of soil by playing children, provide potential radiation exposure to the public.



Zrzuty silnie zmineralizowanych wód kopalnianych o podwyższonej zawartości izotopów radu ^{226}Ra i ^{228}Ra powodowały skażenia wód rzecznych, gleb i roślinności w obszarze zlewni rzeki Lippe. Stwierdzono podwyższone zawartości radu ^{226}Ra we wszystkich badanych próbkach wód. Wraz z odległością od kopalni stężenie radu malało na skutek rozcieńczania wód i wytrącania się osadów radowo-barowych. Podwyższone stężenia radu i produktów jego rozpadu zmierzono również w osadach dennych i w glebach na obszarach zalewanych wodami rzeczными w czasie powodzi. W osadach stwierdzono 750-krotny wzrost stężenia radu, a w glebach „zaledwie” 10-krotny. W roślinach wodnych, rosnących poniżej punktu zrzutu wód kopalnianych, mierzono 4-krotny wzrost stężeń radu. Skażenia promieniotwórcze brzegów rzeki oraz przylegających obszarów spowodowały wzrost naturalnego tła promieniowania gamma. Dzieci bawiące się nad rzeką mogą być dodatkowo narażone na skażenia wewnętrzne spowodowane wniknięciem skażonej gleby. Wymienione powyżej elementy powodują wzrost narażenia radiacyjnego ogółu ludności.

Presence of NORM in the Czech Republic

NORM w Republice Czeskiej

H. Moravanska, A. Laciok

Nuclear Research Institute Rez (NRI), CZECH REPUBLIC, moh@ujv.cz

NRI Rez participates in the TENORMHARM project within the 5th EU Framework Programme. NRI's effort is focused on evaluation of NORM inventory and assessment of radiation dose and health risks to workers and members of the public.

In case of phosphate fertilisers' production, three major factories ensure the Czech consumption at present. Nowadays, generally less radioactive raw materials are used such as yellow phosphorus, phosphoric acid, concentrate of Cola-apatite and AMOFOS. Only the concentrate of Cola-apatite contains higher quantities of ^{238}U , ^{226}Ra and ^{228}Th (several tens of Bq/kg), but even in this case the resulted annual effective dose of workers does not exceed the regulatory limit.

Titanium dioxide pigments are produced only in one factory. Relatively radioactive ilmenite (approx. 140 Bq/kg of ^{238}U and 80 Bq/kg of ^{228}Th) from Ukraine is used as the raw material. The final product (rutile- TiO_2) contains only negligible quantities of the mentioned nuclides. The majority of the radioactivity content thus remains in the various wastes – e.g. the content of ^{210}Pb and ^{226}Ra reaches up to several 1000 Bq/kg in sludges.

Currently, one factory processes zirconium refractory material (EUCOR). Only zirconium-containing bricks (with specific activity approx. 1.700 Bq/kg of ^{226}Ra) discarded from glass factories are used for production of EUCOR. The current consumption of approx. 200 tons of zirconium input material (bricks) means reprocessing of 340.000 kBq of ^{226}Ra .

The coal exploitation and use represents one of the most important industries concerning NORM. The concentration of U in the Czech brown coal varies in the range 5–16.3 ppm and Th 0.2–30.2 ppm; the hard coal contains 2–9 ppm of U. The majority of the coal is used for the energy production. The U and Th concentrate mostly in the ash and slag (about 20 ppm of Th and <12 ppm of U); the concentration of all radioelements in gypsum produced in desulphurisation process is negligible.

The majority of oil and gas used in the Czech industries is imported from abroad. Measurements of samples of oil sludge from cleaning of IKL and Družba pipelines and from oil tanks exhibited only negligible concentrations (tenths of Bq/kg) of all radioelements. The similar range of activity has been found in samples from domestic oil exploitation.

Evaluation of radioactivity in sludges resulting from the 68 ground and surface water treatment installations was performed by NRPI. Average specific activity 200 Bq/kg of ^{226}Ra was identified in ground water treatment sludges.



NRI Rez bierze udział w projekcie TENORMHARM w ramach V Programu Ramowego. Wysiłki NRI w ramach tego projektu są ukierunkowane na rozpoznanie występowania materiałów NORM w przemyśle oraz ocenie dawek i ryzyka dla pracowników, i ogółu ludności.

W Czechach trzy główne zakłady zaspokajają w chwili obecnej popyt na nawozy fosforowe. W zasadzie wykorzystywane przez te zakłady surowce charakteryzują się niską zawartością izotopów promieniotwórczych. Jest to żółty fosfor, kwas fosforowy oraz

koncentraty apatytów Kola. Jedynie ten ostatni materiał zawiera wyższe stężenia ^{238}U , ^{226}Ra i ^{228}Th (do kilkudziesięciu Bq/kg), ale nawet w tym przypadku dawka efektywna dla pracowników nie przekracza dopuszczalnych limitów.

Pigmenty oparte na tlenku tytanu są produkowane tylko w jednym zakładzie. Jako surowiec wykorzystywany jest ilmenit z Ukrainy, o nieco podwyższonych stężeniach naturalnych izotopów – około 140 Bq/kg dla ^{238}U oraz 80 Bq/kg w przypadku ^{228}Th . Produkt finalny (rutyl- TiO_2) zawiera jedynie niewielkie stężenia wspomnianych izotopów. Większość naturalnych radionuklidów pozostaje w różnego typu odpadach – na przykład stężenia ^{210}Pb i ^{226}Ra sięgają w szlamach nawet kilku kBq/kg.

W chwili obecnej jeden zakład produkuje cyrkonowe materiały ogniotrwałe (EUCOR). Jako jedyny surowiec do produkcji EUCOR wykorzystywane są cegły o stężeniach ^{226}Ra sięgających 1,700 Bq/kg, pochodzące z fabryk szkła. Obecnie przetwarza się około 200 ton cegieł cyrkonowych rocznie, co oznacza, że przetwarzane jest też 340,000 kBq ^{226}Ra .

Wydobycie i przeróbka węgla stanowią jedną z najważniejszych gałęzi przemysłu, gdzie powstają odpady NORM. Stężenie uranu w czeskich węglach brunatnych waha się w zakresie 5–16,3 ppm a toru odpowiednio 0,2–30,2 ppm; natomiast węgiel kamienny zawiera 2–9 ppm uranu. Większość węgla wykorzystywana jest do produkcji energii. Izotopy uranu i toru koncentrują się głównie w popiołach i szlakach – 20 ppm toru oraz 12 ppm uranu, a stężenia izotopów naturalnych w gipsach, powstających przy odsiarczaniu spalin są niewielkie.

Większość gazu i ropy naftowej, zużywanych przez czeski przemysł, pochodzi z zagranicy. Pomiarów próbek uzyskanych podczas czyszczenia rurociągów IKL i Drużba oraz zbiorników ropy wykazały niewielkie stężenia radionuklidów (kilkadziesiąt Bq/kg). Podobne zakresy stężeń mierzono w próbkach pochodzących z czeskich szybów naftowych.

Badania promieniotwórczości osadów z 68 zakładów uzdatniania wód podziemnych i powierzchniowych były również przeprowadzone przez NRPI. Badania te wykazały, że średnie stężenie ^{226}Ra w tego typu odpadach wynosi około 200 Bq/kg.

58.

The periodical changes the concentration of indoor radon

Okresowe zmiany stężenia radonu w budynkach

Maria Karpińska, Zenon Mnich, Jacek Kapala

Department of Biophysics, Medical University of Białystok Mickiewicza 2A, 15-089 Białystok, POLAND, karpm@amb.edu.pl

Radon provides the largest contribution to the effective dose absorbed by the population inhabiting the region of normal radiation background. In Poland, the radon effective dose is about 39%. The radon concentration in the indoor air undergoes diurnal and seasonal changes. In order to analyze more accurately radon significance in the evaluation of radiological status of the population it is important to improve methods of the annual mean radon concentration evaluation, as the basis to assess the obtained effective dose.

One-year's radon concentration measurements were performed in 10, previously chosen, dwelling houses. Buildings qualified to the examination revealed the radon concentration of above 200 Bq m⁻³. The integral method of Cr-39 trace detectors in diffusive chambers was used in the study. In each building, 3 detectors, changed every month, were exposed. All the

buildings showed seasonal changeability in radon concentrations. The ratio of the radon concentrations during one-month's exposure to the mean annual concentration ranged from 0.16 to 2.35. Similar ratios were determined for 2-, 3-, and 6-months' exposure. The values of coefficients equaled from 0.2 to 2.3 for 2-months' exposure, 0.26 to 2.21 for 3-months' exposure, and 0.36 to 1.54 for 6-months' exposure. Most buildings presented the negative correlation of radon concentration with outside temperature. However, the positive correlation could be also observed. There was a correlation of radon concentration with the sizes of atmospheric pressure amplitudes observed in the month's period.

The coefficients of seasonal radon concentration changeability determined for the examined buildings approximate the annual value of radon concentration based on 3- or 6-months' exposure. They can be used to assess the mean concentration with reference to larger groups of houses. Such assessments, unlike short-term exposure, represent the risk of population connected with radon inhalation. There cannot be drawn any conclusions, based on determined coefficients, concerning radon concentration changeability in a given building as, in spite of dominating tendencies, particular buildings reveal individual changeability schemes.



Radon wnosi największy wkład do dawki skutecznej populacji zamieszkującej w rejonie, gdzie tło naturalne nie jest zaburzone. W Polsce udział radonu w dawce sięga 39%. Stężenie radonu w budynkach podlega dziennym i sezonowym zmianom. W celu dokładniejszej oceny jego wkładu do dawki jest zatem rzeczą istotną poprawienie metod oceny średniorocznego stężenia radonu.

W 10 wybranych budynkach wykonano jednoroczne pomiary stężenia radonu. W wybranych obiektach zmierzone pilotażowo stężenie radonu było wyższe niż 200 Bq/m³. Do realizacji programu badawczego wykorzystano detektory śladowe CR-39 umieszczone w komorze dyfuzyjnej. W każdym budynku eksponowano po trzy detektory wymieniane co miesiąc. We wszystkich budynkach obserwowano zmienność sezonową. Stosunek stężeń radonu zmierzonych podczas jednego miesiąca do średniej całorocznej zmieniał się w granicach od 0,16 do 2,35. Podobne wartości obliczone dla ekspozycji 2-, 3- i 6-miesięcznej mieściły się w zakresach od 0,2 do 2,3 (ekspozycja 2-miesięczna), od 0,26 do 2,21 (ekspozycja 3-miesięczna) i od 0,36 do 1,54 (ekspozycja 6-miesięczna). Dla większości budynków otrzymano ujemną korelację między stężeniem radonu, a zewnętrzną temperaturą. Zaobserwowano równocześnie korelację między stężeniem radonu i amplitudą ciśnienia obserwowaną w okresie jednego miesiąca.

Współczynnik określający sezonową zmienność stężenia radonu, obliczony dla badanych budynków, pozwala oszacować przybliżone średnioroczne stężenie w oparciu o wyniki 3- i 6-miesięcznej ekspozycji. Można je zastosować do oceny średnich wartości w odniesieniu do większej grupy budynków. W taki sposób, w przeciwieństwie do ekspozycji krótkoterminowych, można oszacować ryzyko związane z inhalacją radonu dla całej populacji. Nie można jednak wyciągnąć w taki sam sposób wniosków dotyczących zmienności stężeń radonu w odniesieniu do konkretnego obiektu budowlanego, ponieważ w przeciwieństwie do określonych ogólnych trendów, poszczególne budynki wykazują swój własny indywidualny schemat zmian stężenia radonu.

Intercomparison of instruments for measuring radon and radon progeny held in the CLOR calibration chamber*

Pomiary porównawcze stężenia radonu i jego pochodnych w komorze kalibracyjnej CLOR*

Kalina Mamont-Cieśla, Olga Stawarz

Central Laboratory for Radiological Protection, ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warsaw, POLAND
Staff from Participating Institutions: Central Laboratory for Radiological Protection – Olga Stawarz; Wrocław University of Technology – Tadeusz Przylibski, Anna Adamczyk; Central Mining Institute – Krystian Skubacz, Stanisław Chałupnik; The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences – Krzysztof Kozak; AGH University of Science and Technology – Nguyen-Dinh Chau; Institute of Nuclear Chemistry and Technology – Jakub Bartak; National Atomic Energy Agency – Office for Financial Claims of Former Workers of Uranium Ore Facility in Jelenia Góra – Jerzy Wróblewski

Intercomparisons among radon laboratories are of particular importance because calibrated standards for radon activity concentration and for radon progeny activity concentration in air are not available.

An intercomparison exercise for radon and radon progeny instruments was conducted at the Central Laboratory for Radiological Protection (CLOR) from June 9 to 13, 2003 to verify comparability of mainly continuously measuring instruments for radon and potential alpha energy concentration (PAEC). Seven Polish institutions participated to intercompare ten radon and six PAEC monitors. Among radon devices there were: six Genitron AlphaGUARD monitors, two Pylon AB-5 monitors, radiometer RMR1 and a radon probe SRDN2. Among PAEC devices there were five monitors measuring in continuous mode: three T/N Rn WL Meters co-working with AlphaGUARD monitors, Pylon WLx monitor and Radon Progeny Particles Size Spectrometer (RPPSS), and one grab sampling device: aspirator SKC equipped with ALFA unit.

All the instruments were simultaneously exposed in the CLOR big calibration chamber of the volume of 12.35 m^3 , in the radon atmosphere in the range from ca. 2500 Bq/m^3 to ca. 700 Bq/m^3 under controlled different climatic and aerosol conditions. They were changed from normal (45–50%) to very high relative humidity (95–99%) and in both values of the relative humidity from low ca. 200 CN/cm^3 to high concentrations of condensation nuclei ca. $31\,000 \text{ CN/cm}^3$. Aerosols were injected from the TSI water generator. The total exposure lasted ca. 44 hours. A value of radon concentration calculated on the basis of the activity of radium ^{226}Ra in the certified Pylon flow-through radon generator constituted the reference value for radon at the beginning of the exposure. Later the average results in four periods of time from all instruments could be compared only among themselves due to the loss of radon while walking in and out the chamber.

In the analysis of the PAEC results the spectrometer RPPSS was considered reference one because it measures radon progeny particle size distribution and applies it to correct the PAEC value for plateout of small particles upstream in the inlet of the device.

* This work was partially supported by Radon Center.

* Praca była finansowana przez Centrum Radonowe.

AlphaGUARD monitors were also compared in the atmosphere of toron in the small calibration chamber of volume of 0.32 m^3 . Toron was pumped into the chamber from the certified Pylon flow through toron generator in closed circuit with flow of $1 \text{ dcm}^3/\text{min}$. The monitors worked as well in the diffusion mode as in flow mode with different two flows: 0.5 and $1 \text{ dcm}^3/\text{min}$.

The results of average radon concentrations for all AlphaGUARD monitors indicate very good agreement for the whole exposure time in the big chamber. For six AlphaGUARD monitors standard deviations of mean values for four selected periods range from 1 to 2.8% while for all monitors they range from 5.5 to 20%. The comparison of the means for AlphaGUARDs in toron chamber, where readings were on the level of below 100 Bq/m^3 gave significantly worse results.

The comparison of the PAEC results from T/N Rn WL Meters and Pylon WLx monitor with the reference value from RPPSS indicate differences in the calibration factors ranging from 30 to 42% determined in high aerosol conditions (free fraction of 5%) and the losses of PAEC ranging from 38 to 55% possibly due to plateout in the inlets of filter holders in the conditions of low aerosols concentration (free fraction of 62%).



Międzylaboratoryjne pomiary porównawcze w zakresie pomiarów stężenia radonu i jego pochodnych mają duże znaczenie, ponieważ brak jest kalibracyjnych źródeł, które mogłyby być stosowane dla tego typu mierników.

Pomiary porównawcze stężeń radonu i jego pochodnych wykonano w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w okresie od 9-13 czerwca 2003 w celu sprawdzenia urządzeń przeznaczonych głównie do ciągłych pomiarów stężenia radonu i stężenia energii potencjalnej alfa (PAEC). Siedem instytucji uczestniczyło w porównywaniu monitorów radonowych, a sześć w testowaniu urządzeń monitorujących wartość PAEC. Do pomiaru stężenia radonu zastosowano 6 monitorów AlphaGUARD (Genitron), 2 mierniki AB-5 (Pylon), radiometr RMR1 i SRDN2. Wśród urządzeń przeznaczonych do monitorowania PAEC było 5 urządzeń pracujących w trybie ciągłym: trzy urządzenia T/N Rn WL współpracujące z monitorem AlphaGUARD, jeden miernik WLx (Pylon), spektrometr przeznaczony do pomiaru rozkładu ziarnowego (RPPSS) oraz jeden miernik całkujący: aspirator SKC wyposażony w przystawkę Alfa.

Wszystkie urządzenia były jednocześnie eksponowane w dużej komorze radonowej CLOR o objętości $12,35 \text{ m}^3$, przy stężeniu radonu od 2500 do 700 Bq/m^3 i w różnych kontrolowanych warunkach takich, jak wilgotność, temperatura i stężenie aerozoli. Warunki zmieniano od normalnej wilgotności (45–50%) do wysokiej (95–99%). Stężenie ośrodków kondensacji zmieniano zaś od wartości $200/\text{cm}^3$ do $31\,000/\text{cm}^3$. Aerozole wodne wytwarzano z pomocą generatora TSI. Całkowity czas ekspozycji wynosił 44 godziny. Wartość stężenia radonu w komorze obliczona na podstawie nominalnej aktywności radu ^{226}Ra w certyfikowanym źródle Pylon była wartością referencyjną na początku ekspozycji. Później wskazania przyrządów mogły być porównywane jedynie między sobą, ponieważ stężenie radonu zmieniało się wskutek kilkukrotnego otwarcia i zamknięcia komory radonowej.

Analizując wyniki pomiaru PAEC, uznawano spektrometr RPPSS za urządzenie referencyjne, ponieważ dokonuje on oznaczeń rozkładu ziarnowego i wprowadza korektę zmierzonych wartości PAEC ze względu na straty, które mogą powstać na wlocie do urządzenia w następstwie efektu plate-out.

Wskazania urządzeń AlphaGUARD porównywano również w małej komorze o objętości $0,32 \text{ m}^3$ zawierającej toron. Toron był przepompowywany do komory z certyfikowanego

źródła, w obwodzie zamkniętym, z wydajnością 1 dm³/min. Urządzenia pracowały w trybie biernym (dyfuzyjnym) oraz aktywnym przy dwóch natężeniach przepływu 0,5 i 1 dm³/min.

Wyniki pomiaru średniego stężenia radonu w komorze radonowej dokonane z pomocą urządzeń AlphaGUARD wykazują bardzo dobrą zgodność dla całego okresu ekspozycji. Dla sześciu monitorów AlphaGUARD, odchylenie standardowe średnich, obliczone dla czterech wybranych okresów ekspozycji, wynosiło od 1 do 2,8%, podczas gdy dla wszystkich tego typu urządzeń od 5,5 do 20%. Znacznie gorsze rezultaty otrzymano dla porównań wykonanych w komorze toronowej, gdzie odczyty wykazywały stężenia poniżej 100 Bq/m³.

Porównanie wyników otrzymanych z pomocą mierników T/N Rn WL i Pylon WLx oraz przyrządu odniesienia RPPSS wskazuje na różnice współczynników kalibracji zmieniające się od 30 do 42% przy dużym stężeniu aerozoli (udział frakcji wolnej 5%) i od 38 do 55% przy względnie małym stężeniu aerozoli (udział frakcji wolnej 62%), co jest prawdopodobnie spowodowane stratami, jakie powstają na wlotach urządzeń.

60.

Aerosol sampling for radiological protection: which particle size aerosol sampler to select?

Pomiary aerozoli w ochronie radiologicznej: jak wybrać urządzenie do pomiaru rozkładu ziarnowego aerozoli?

Jean-Pierre Degrange¹⁾, Olivier Witschger²⁾

¹⁾ CEPN, BP-48, 92263, Fontenay-aux-Roses, FRANCE, degrange@cepn.asso.fr

²⁾ INRS, Laboratoire de Métrologie des Aérosols, avenue de Bourgogne, BP 27, 54501 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, FRANCE

Sampling of radioactive aerosols for the purpose of assessing or predicting occupational radiation doses becomes an important issue in the European countries. In particular, the 96/29/Euratom Council Directive specifies that aerosol sampling results can be used for assessing the individual dose when the individual in vivo and/or bioassay methods are not possible or give insufficient results. It precisely is the case for exposures by inhalation to Naturally Occurring Radioactive Materials (NORMs), for which bioassay methods may be associated with high detection limits while in comparison traditional aerosol sampling methods may lead to lower detection limits in terms of dose.

A generic method has been developed to facilitate the identification of the particle size aerosol sampler (following the inhalable, thoracic or respirable convention) to select for minimising the respective biases between the true and estimated exposure and the true and estimated effective dose associated with exposure by inhalation to any radioactive compound.

Calculation based on this method have been applied to various radioactive compounds (of different absorption rates and particle size dispersion characteristics) of the ²³⁸U and ²³²Th natural chains. These calculation have shown that:

- for exposure and effective dose estimates, the sampling efficiency of the sampler should be known and corrected for,
- for exposure estimates, an inhalable sampler should be chosen,

- for effective dose estimates, the sampler should be chosen according to the absorption rate of the considered compound, in order to follow as closely as possible the AMAD dependency of the compound's dose coefficients:
 - a thoracic sampler should be chosen for compounds of slow and moderate absorption rate,
 - an inhalable sampler should be chosen for compounds of fast absorption rate,
 - in absence of (precise) information on the particle size characteristics of the ambient aerosol, the following default values should be chosen: AMAD = 5 μm , GSD = 2.5.

This paper presents the key elements of the method and the main results of its application to exposures by inhalation to NORMs.

This work was partially supported by the European Commission DG Research within the framework of the 5th PCRD (SMOPIE project: "Strategies and Methods for Optimisation of Internal Exposures of workers from industrial natural sources").



Pomiary aerozoli promieniotwórczych dla celów oceny lub przewidywania dawek u osób narażonych zawodowo stało się ważnym zagadnieniem w krajach europejskich. Szczególnie dlatego, że Dyrektywa 96/29/Euratom określa możliwość wykorzystania wyników pomiarów aerozoli do oceny dawek indywidualnych w przypadkach, gdy nie można zastosować metod badania in-vivo lub badania tkanek albo gdy metody te dają bardzo niepewne wyniki. Dokładnie taka sytuacja występuje w przypadku ekspozycji na wdychanie naturalnych substancji promieniotwórczych (NORM), dla których w metodach tkankowych uzyskuje się wysokie limity detekcji a jednocześnie tradycyjne metody, oparte na pomiarach aerozoli mogą się charakteryzować znacznie niższymi limitami detekcji w odniesieniu do dawek.

Opracowana została metoda wyboru odpowiedniego urządzenia do pomiaru rozkładu ziarnowego aerozoli w celu zminimalizowania odchyłań między rzeczywistą a mierzoną ekspozycją czy dawką skuteczną dla dowolnego izotopu promieniotwórczego w zależności od przyjętej konwencji (dla frakcji wdychanej, oskrzelowej czy respirabilnej).

Obliczenia oparte na tej metodzie zostały zastosowane dla różnych radionuklidów z szeregów ^{238}U i ^{232}Th , charakteryzujących się odmiennymi współczynnikami depozycji w drogach oddechowych oraz różniące się rozkładem ziarnowym aerozoli. Obliczenia powyższe wykazały, że:

- w przypadku wyznaczania ekspozycji czy dawki skutecznej musi być znana skorygowana wydajność filtracji przyrządu,
- ponadto w przypadku szacowania ekspozycji należy korzystać z przyrządu do pomiarów frakcji wdychanej,
- kiedy chodzi o oszacowanie dawki skutecznej powinno się wybierać taki przyrząd pomiarowy, który zapewnia podobny współczynnik filtracji do współczynnika osadzania danego izotopu w celu jak najlepszego oddania zależności pomiędzy AMAD a współczynnikiem dawki skutecznej tego radionuklidu:
 - przyrząd do pomiarów frakcji torakalnej należy stosować dla radionuklidów o niskim lub średnim współczynniku osadzania,
 - przyrząd do pomiarów frakcji wdychanej należy stosować wówczas, gdy izotop charakteryzuje się wysokim współczynnikiem osadzania,
 - kiedy brak jest precyzyjnych danych o rozkładzie ziarnowym aerozoli w powietrzu należy przyjąć poniższe wartości: AMAD = 5 μm , GSD = 2,5.

W pracy przedstawiono kluczowe elementy metody oraz wyniki jej stosowania w przypadku wdychania substancji zawierających NORM.

Praca była częściowo finansowana przez Komisję UE w ramach V Programu Ramowego (projekt SMOPIE: "Strategies and Methods for Optimisation of Internal Exposures of workers from industrial natural sources").

61.

A protocol for determination of natural radionuclides in the geothermal water

Metodyka pomiaru naturalnych izotopów promieniotwórczych w wodach termalnych

Henryk Bem*, Marcin Olszewski, Aneta Kaczmarek

Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Lodz, POLAND

*corresponding autor: Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź ul. Żwirki 36, 90-924 Łódź, POLAND, phone:48-42-6313195, henrybem@p.lodz.pl

A routine radiometric analysis of the underground water including the geothermal water is generally limited to the main natural radionuclides. A simplified protocol for the determination of natural radionuclides in that kind of water has been tested.

Activities of the main radionuclides from ^{238}U and ^{232}Th series in the Uniejów geothermal water were determined by combining liquid scintillation counting with α/β separation and γ spectrometry methods. The ^{222}Rn and ^{226}Ra activities were measured after extraction of radon from 10 ml water samples to 10 ml of Ultima Gold F scintillation cocktail directly in the 22 ml scintillation vials. The samples were counted in a new generation portable liquid scintillation counter, Betascout, without separation of the phases: over the period of 30 days after extraction. The average values of the specific activities were equal to 2.95 and 0.64 Bq/dm³ for ^{222}Rn and ^{226}Ra , respectively. The ^{210}Po radionuclide before counting was preconcentrated from 1 dm³ water samples on hydrated manganese oxide and deposited on silver discs. The discs were immersed in the 10 ml of scintillator and their activity was measured also by the same method. The average ^{210}Po concentration was 0.052 Bq/dm³. Activity of the remaining radionuclides was determined by γ -spectrometry after their preconcentration on the hydrated manganese oxides from 10 dm³ samples. The activities of two radium radionuclides, ^{224}Ra and ^{226}Ra , can be calculated from their basic γ -lines, whereas ^{228}Ra can be determined from its decay product – ^{228}Ac , and were equal to 0.52, 0.65 and 0.58 Bq/dm³, respectively. The activities of ^{210}Pb and ^{238}U (^{234}Th) were below the detection limit of the method equal to 0.03 Bq/dm³. Based upon the obtained results, it can be concluded that there are not any radiological restrictions for using this water as a heat source or for balneological purposes. However, it cannot be used as a mineral drinking water, because the calculated committed effective dose from its one year consumption exceeds the WHO recommended value of 0.1 mSv.

★ ★ ★

Rutynowe analizy radiometryczne wód podziemnych, w tym także wód termalnych, są w zasadzie ograniczone do podstawowych izotopów promieniotwórczych. W pracy przedsta-

wiono wyniki testów uproszczonej metody oznaczania naturalnych radionuklidów w tego typu wodach.

Stężenia najważniejszych izotopów z serii ^{238}U i ^{232}Th były oznaczane w wodach termalnych z Uniejowa za pomocą metodyki, opartej na kombinacji spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej, wykorzystującej separację α/β , i spektrometrii promienowania γ . Stężenia ^{222}Rn i ^{226}Ra były mierzone po ekstrakcji radonu z próbek wody o objętości 10 ml do 10 ml scyntylatora Ultima Gold F w fiolkach scyntylacyjnych o objętości 22 ml. Probki takie mierzono w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym nowej generacji o nazwie Betascout jako próbki dwufazowe w ciągu 30 dni od ich spreparowania. Średnie stężenia wynosiły odpowiednio 2,95 i 0,64 Bq/dm³ w przypadku ^{222}Rn oraz ^{226}Ra . Izotop ^{210}Po przed wykonaniem pomiarów był wstępnie zateżany na uwodnionym tlenku manganu, a następnie deponowany na srebrnych dyskach. Dyski te zanurzano w 10 ml scyntylatora i mierzono w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym. Średnie stężenie ^{210}Po w badanych wodach wynosiło 0,052 Bq/dm³. Aktywności pozostałych izotopów mierzono za pomocą spektrometrii γ po uprzednim ich zateżeniu na tlenku manganu z próbek wód o objętości 10 litrów. Aktywności dwóch z izotopów radu, ^{224}Ra i ^{226}Ra , można określić na podstawie ich własnych linii γ , natomiast stężenie ^{228}Ra oznacza się na podstawie jego produktu rozpadu – ^{228}Ac . Średnie stężenia izotopów radu w badanych próbkach wynosiły odpowiednio 0,52, 0,65 i 0,58 Bq/dm³. Stężenia ^{210}Pb i ^{238}U (^{234}Th) były poniżej progu detekcji metody, wynoszącego 0,03 Bq/dm³.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że nie ma żadnych przeciwwskazań z punktu widzenia ochrony przed promieniowaniem, do wykorzystania tych wód jako źródła ciepła czy dla zastosowań balneologicznych. Nie można jednakże używać tych wód jako pitnych wód mineralnych, gdyż roczna dawka skuteczna, spowodowana ich konsumpcją, przekracza zalecaną przez WHO wartość dopuszczalną 0,1 mSv.

62.

Determination of radium ^{226}Ra nuclide in ground-level air

Pomiary stężenia radu ^{226}Ra w warstwie przypowierzchniowej atmosfery

Henryk Bem*, Marcin Olszewski

Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź, POLAND

*corresponding author: Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź, Żwirki 36 str., 90-924 Łódź, POLAND

Installation of the Aerosol Sampling Station (ASS) network in Poland offers the unique opportunity for measuring natural radionuclide concentration in ground – level air. The ASS-500 collects air aerosols on a filter placed 2 m above the ground with the air flow about 500 m³ per hour in a weekly cycle and each weekly filter is submitted for further γ -spectrometry measurements. Unfortunately, because of slightly higher background levels caused by lead shields in the regions of ^{234}Th (^{238}U) and ^{226}Ra γ -lines, an achieved detection limits for direct determination of these radionuclides are above the usually occurring concentrations ~1–5 $\mu\text{Bq/m}^3$. However, in the case of ^{226}Ra , such measurements can be possible by recounting of the closed (sealed) filters after a one month period, necessary for establishing of radioactive equilibrium with ^{222}Rn and its decay products, particularly γ -emitting radionuclides: ^{214}Pb and ^{214}Bi . The calculated detection and determination limits (with 10% relative accuracy),

according to Currie's formulas for these two radionuclides for 160 000 s counting time were: 0.4 and 1.5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, respectively. The observed ^{222}Ra activities during the half year collection period, including parts of winter and summer seasons, were always above the detection limit and ranged from 0.5 to 3 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. The radium radionuclides are present in ground-level air as a result of the resuspension of surface soil particles and fly ash emission from coal burning during winter time. Therefore, on the basis of ^{226}Ra activity measurements in the surface aerosols a rough contribution of the coal combustion to the total air suspended particulate matter can be calculated, if the specific activities of this radionuclide in surface soil and fly ashes are known. Using our previously published data for ^{226}Ra content in the soil and fly ashes for the Lodz region of Poland, we could appraise that the coal combustion input to the total air suspended particulate matter ranged from 10 to 80 %.



Instalacja sieci automatycznych stacji pomiarowych typu ASS stwarza niepowtarzalną okazję realizacji pomiaru stężenia naturalnych radionuklidów w przypowierzchniowej warstwie atmosfery. W stacji ASS-500 powietrze przepływa z natężeniem 500 m^3 na godzinę, a aerozole są zbierane przez filtr zlokalizowany 2 m nad powierzchnią gruntu w cyklu tygodniowym. Każdorazowo po tym okresie aktywność filtrów jest analizowana metodą spektrometrii γ . Tak się jednak niefortunnie składa, że sygnał wnoszony przez izotopy znajdujące się w osłonie ołowianej detektora podnosi limit detekcji w zakresie linii γ związanych z izotopami ^{234}Th (^{238}U) i ^{226}Ra powyżej ich naturalnego stężenia $\sim 1\text{--}5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, co uniemożliwia ich bezpośredni pomiar. W przypadku radu ^{226}Ra można jednak określić jego stężenie, pozostawiając filtr w szczelnym zamknięciu aż do momentu ustalenia się równowagi między radem ^{226}Ra a radonem ^{222}Rn i jego produktami rozpadu, szczególnie emiterami promieniowania γ ^{214}Pb oraz ^{214}Bi , i wykonując ponowny pomiar jego aktywności po jednym miesiącu. Oszacowany zgodnie z metodą Currie limit detekcji i poziom wykrywalności obydwu izotopów (dla 10% względnej dokładności) wynosi odpowiednio 0,4 oraz 1,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ odpowiednio dla pomiaru trwającego 160 000 s. Stężenia ^{226}Ra obserwowane w okresie półrocznym, obejmującym częściowo okres zimowy i letni, były zawsze wyższe od limitu detekcji i zmieniały się w zakresie 0,5–3 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Izotopy radu występują w warstwie przypowierzchniowej atmosfery w wyniku porywania cząsteczek gleby przez wiatr oraz emisję popiołów powstających podczas spalania węgla zwłaszcza w zimie. Dokonując zatem pomiaru stężenia radu w powietrzu można zgrubnie ocenić jaki wkład do całego procesu wnosi spalanie węgla o ile znana jest aktywność właściwa radu w warstwie wierzchniej gleby oraz w popiołach lotnych. Uwzględniając opublikowane dane dotyczące zawartości radu ^{226}Ra w glebie i w popiołach lotnych w rejonie miasta Łódź, można oszacować, że udział procesu spalania węgla w tworzeniu się cząstek zawieszonych w powietrzu wynosi 10–80%.

Environmental radiological monitoring in a niobium mining region in Brazil

Monitoring skażeń radiologicznych środowiska naturalnego w rejonie wydobywania niobu w Brazylii

Marcelo Francis Máduar, Ana Cláudia Peres, Barbara Paci Mazzilli

Divisão de Radiometria Ambiental Centro de Metrologia das Radiações Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária 05508-000, São Paulo, BRAZIL, corresp. author: mmaduar@ipen.br

Mining activities represent a potential source of increment of radiation doses to which the public are exposed (TENORM). In this paper, a niobium mining plant in Brazil is approached in respect to its environmental radiological impact. Radionuclides from the uranium and thorium decay chains occur in the ore, and some of them are concentrated during the metallurgic process. Therefore, an environmental monitoring program was established on a routine basis. The aquatic environment in the influence area of the plant was assessed by measuring samples of drinking water, groundwater, river water, and sediment from riverbed. Samples of atmospheric air were also collected. In the water samples, ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb , ^{238}U and ^{232}Th were determined by total alpha and beta counting after radiochemical separation and neutron activation analysis. In the sediment samples, ^{226}Ra and ^{228}Ra were determined by gamma spectrometry. In the atmospheric air, ^{222}Rn and its decay products were determined by grab sampling. The external exposure was evaluated by thermoluminescent dosimetry. For dose calculations, the pathways taken into account were external exposure and internal exposure, from water consumption and air inhalation. The results obtained in this study show that the mining activities do not imply in any detectable increment to the radiation doses to which individual members of the general public are exposed.



Przemysł wydobywczy stanowi potencjalne źródło powodujące wzrost dawek, na jakie narażone jest społeczeństwo (TENORM). W pracy przedstawiono wpływ zakładu górniczego wydobywającego rudy niobu na stan skażeń radiologicznych środowiska naturalnego. Rudom niobu towarzyszą radioizotopy z szeregu uranowego i torowego. Podczas procesów metalurgicznych następuje kumulowanie i zateżnianie naturalnych radionuklidów. Z tego względu opracowano i wprowadzono do rutynowego stosowania program kontroli środowiska naturalnego. W ramach monitoringu środowiska wodnego w obszarze wpływów zakładów wydobywczo-przeróbczych badano próbki wody pitnej, wód gruntowych, wód rzecznych oraz rzecznych osadów dennych. Pobierano również próbki powietrza. W próbkach wodnych oznaczano izotopy ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{238}U , ^{232}Th poprzez pomiar całkowitej aktywności alfa i beta, po uprzedniej radiochemicznej separacji izotopów oraz z pomocą neutronowej analizy aktywacyjnej. W próbkach osadów oznaczano izotopy radu ^{226}Ra i ^{228}Ra metodą spektrometrii gamma. W powietrzu atmosferycznym oznaczano stężenie radonu ^{222}Rn i jego pochodnych stosując pomiary chwilowe. Napromienienie zewnętrzne oszacowano na podstawie dozymetrii termoluminescencyjnej. Przy obliczaniu dawek uwzględniono napromienienie zewnętrzne i wewnętrzne spowodowane stosowaną wodą pitną i wdychanym powietrzem. Wyniki tak przeprowadzonych szacunków pokazały, że działalność górnicza badanego zakładu wydobywczego nie powoduje wzrostu dawek wśród ogółu ludności.

Radionuclides in Swedish drinking water**Radioizotopy w wodzie pitnej w Szwecji**

Britt-Marie Ek

Geological Survey of Sweden, POBox 670, S- 751 28 Uppsala, SWEDEN

Britt-Marie.Ek@sgu.se

Directives from the European Union state that drinking water should be consumed without risk. For radon and other radionuclides in drinking water there are guidelines and recommendations. The EU preparatory working group 1 "Chemical parameters" suggest that a toxicologically based standard should be introduced for uranium. The WHO suggests a guideline value for uranium based on its chemical toxicity to 9 µg/l.

In accordance with the European union the Swedish health authorities have decided on new regulations for drinking water from the 25 of December 2003. The regulations state that the effective dose from radioactivity in drinking water should not exceed 0.1 mSv/year. In this neither tritium, potassium ^{40}K nor radon and its daughters are included.

The natural radioactivity of Swedish drinking water is high in an international comparison. The reason for this is that the Precambrian bedrock of Sweden, especially granites, are rich in uranium and thorium. Wells drilled in the bedrock can have high concentrations of radionuclides while dug wells generally have very low concentrations.

Central and local authorities have recommended and urged people to analyze radon in their drinking water during the past decades. It is calculated that approximately 35 000 analyses of radon in drilled wells have been performed. From the results it is calculated that 10 000–15 000 out of 200 000 drilled wells in Sweden have radon levels above 1 000 Bq/l.

Analyses of the other radionuclides in drinking water are as yet few. Analyses of radium in 499 drilled wells 1988 showed that radium rarely occur in high concentrations. A former study of uranium in drinking water from 269 drilled wells in Uppsala county gave a mean of 21.1 µg/l and a median value of 12 µg/l.

This study will present results from analyses of radionuclides in drinking water from selected areas of Sweden. In 103 drilled wells was the median content of uranium ^{238}U 7.3 µg/l, for radium ^{226}Ra the median content was 0.02 Bq/l and for radon the median content was 360 Bq/l. The median value for gross alpha was 0.66 Bq/l and for gross beta 0.3 Bq/l. The correlation between the radionuclides were very weak.

★ ★ ★

Zgodnie z Dyrektywami Unii Europejskiej spożywanie wody pitnej nie może powodować jakiegokolwiek ryzyka. Istnieją stosowne instrukcje dotyczące radonu i innych radionuklidów w wodzie pitnej. Grupa robocza nr 1 ("Parametry Chemiczne"), działająca przy Komisji Europejskiej, sugeruje konieczność wprowadzenia podstawowych standardów również dla uranu. Zgodnie z zaleceniami WHO wartość dopuszczalna dla uranu, wyliczona na podstawie jego chemicznej toksyczności wynosi 9 µg/l.

Dostosowując się do wymogów i zaleceń unijnych, szwedzkie władze wprowadziły nowe rozporządzenia dotyczące wody pitnej. W rozporządzeniu określono, że dawka efektywna związana ze spożywaniem wody pitnej nie powinna przekraczać 0,1 mSv na rok. W tej wartości nie uwzględnia się dawki od trytu, potasu ^{40}K , radonu i jego pochodnych.

Promieniotwórczość naturalna szwedzkich wód pitnych, w porównaniu z wartościami z innych rejonów świata jest wysoka. Przyczyną tego zjawiska jest specyficzna budowa geologiczna podłoża: powszechnie występujące prekambryjskie granity zawierają podwyższone zawartości naturalnych radionuklidów. W wodach ze studni głębinowych stężenia radionuklidów są na ogół podwyższone, podczas gdy w wodach z studni płytkich jego wartość utrzymuje się na niskim poziomie. W ostatnich latach odpowiednie państwowe i lokalne urzędy zalecają i zachęcają mieszkańców do wykonywania pomiarów zawartości radu w wodach pitnych z własnych ujęć. Szacuje się, że dotychczas wykonano około 35 000 analiz wód ze studni głębinowych. Ustalono, że w 10 000–15 000 z 200 000 istniejących w Szwecji studni głębinowych, stężenie radonu przekracza poziom 1000 Bq/l.

Dotychczas zgromadzono stosunkowo mało danych na temat zawartości innych radionuklidów w wodach pitnych. W 1988 roku wykonano 499 analiz zawartości radu w wodach ze studni głębinowych i stwierdzono, że podwyższone stężenia tego izotopu są rzadko spotykane. Na podstawie istniejących danych dotyczących zawartości uranu w wodach ze studni głębinowych obliczono, że średnia zawartość tego izotopu wynosi 21,1 µg/l, natomiast 12 µg/l.

W prezentowanej pracy zestawiono wyniki analiz zawartości radionuklidów w wodzie pitnej z wybranych rejonów Szwecji. Na podstawie analiz próbek wód z 103 studni głębinowych obliczono następujące mediany stężeń uranu, radu i radonu:

- uran ^{238}U : 7,3 µg/l,
- rad ^{226}Ra : 0,02 Bq/l,
- radon: 360 Bq/l,
- total alfa: 0,66 Bq/l,
- total beta: 0,3 Bq/l.

Korelacja między stężeniami poszczególnych radionuklidów jest bardzo słaba.

65.

Release of NORM-residues from surveillance in Germany – some practical experience

Zwolnienie osadów typu NORM z nadzoru w Niemczech – kilka uwag praktycznych

Rainer Gellermann

HGN Hydrogeologie GmbH, Waller Weg 22, D-38112 Braunschweig, GERMANY
phone: ++49 531 23170300, r.gellermann@hgn-online.de

In Annex XII Part A of the German Radiation Protection Ordinance (StrlSchV) radioactive residues resulting from work activities are specified. If their specific activity is higher than a surveillance threshold (Überwachungsgrenze) they have to kept under surveillance. The disposal of such residues needs an official notification of clearance. The procedure for obtaining such a notification of clearance requires to file an application by the owner of the residues with the following content:

- declaration of the residues (type, mass, specific activity),
- statement of the disposal company regarding the acceptance of radioactive residues,
- evidence of conformity with the waste law,

- proof that the dose limit of 1 mSv/year to the individual will be kept.

In order to simplify the preparation of the application a well structured document containing all necessary statements and proofs was developed by us. It consists of 6 application formulars and 2 or 3 reports. It enables an effective preparation of the application form and a speedy examination of the proposal by the authority. However, the first experience obtained show several open problems to be solved in future. These will be presented and discussed in the paper.



W Aneksie XII Części A niemieckiego Prawa Ochrony Radiologicznej (StrlSchV) wyszczególniono osady radioaktywne wytwarzane w wyniku działalności zawodowej. Jeśli ich aktywność właściwa jest wyższa od poziomu inspekcji, osady muszą być kontrolowane, a ich lokowanie wymaga oficjalnego zezwolenia. Warunkiem koniecznym otrzymania zgody jest wypełnienie przez dysponenta osadów wniosku zawierającego:

- opis osadów (typ, masa, aktywność właściwa),
- oświadczenie firmy przejmującej osady o gotowości ich przyjęcia,
- oświadczenie o zgodności z prawem zasad postępowania z odpadami,
- udokumentowanie, że dawka 1 mSv/rok nie zostanie przekroczona.

W celu uproszczenia procedur przygotowania wniosku, został sporządzony specjalny dokument zawierający wszystkie niezbędne oświadczenia. Zawiera łącznie 6 formularzy samego wniosku i dwa lub trzy raporty. Umożliwia efektywne przygotowanie dokumentacji i jej szybkie sprawdzenie przez odpowiedni urząd. Pierwsze doświadczenia jednakże wykazały, że pojawiło się kilka problemów, które muszą zostać w przyszłości rozwiązane. Zostanie to przedstawione i przedyskutowane w artykule.

66.

Identification of enhanced concentrations of ^{210}Pb and ^{210}Po in dust samples from steel-works

Badania podwyższonych stężeń ^{210}Pb i ^{210}Po w próbkach pyłów pochodzących ze stalowni

J. Döring¹⁾, J. Gerler¹⁾, M. Beyermann¹⁾, U.K. Schkade¹⁾, J. Freese²⁾

¹⁾ Federal Office for Radiation Protection, D-10318 Berlin, GERMANY

²⁾ Arcelor Group, D-15872 Eisenhüttenstadt, GERMANY

A study has been initiated to investigate the naturally occurring radioactivity in byproducts of the industrial iron-ore reduction process such as sinter-dust and blast-furnace dust. In a first step, dust samples obtained from the air stream cleaning procedure at one production place have been investigated. Enhanced concentrations of ^{210}Pb and ^{210}Po radionuclides have been found through measurements of the emitted gamma and alpha radiations.

Thus, these materials have to be handled according to the regulations outlined in the German Radiation Protection Ordinance, Part 3, Appendix XII, i.e., recycling or disposal of these materials are controlled by law. In the presentation, the measurements performed, the results as well as the specific regulations which have to be applied to these materials will be given.



Rozpoczęto badania naturalnych izotopów promieniotwórczych w odpadach przemysłu hutniczego, takich jak pyły ze spiekania rudy oraz pyły wielkopiecowe. W pierwszym etapie pracy, badaniami objęto próbki pyłów, uzyskane podczas procesów oczyszczania powietrza w jednym z zakładów hutniczych. Podwyższone stężenia ^{210}Pb oraz ^{210}Po stwierdzono w wyniku pomiarów z wykorzystaniem zarówno spektrometrii gamma, jak i spektrometrii alfa.

Stąd też z materiałami takimi należy postępować zgodnie z przepisami, zawartymi w Niemieckiej Ustawie o ochronie Radiologicznej, część 3, dodatek XII. Oznacza to, że recykling lub usuwanie takich odpadów jest regulowane przez prawo. W artykule przedstawione są wyniki przeprowadzonych badań, jak również omówienie przepisów prawnych, które stosują się do tego typu odpadów.

67.

Test of the material for radon seal layer at the mine waste disposal site Jazbec

Testowanie materiałów przeznaczonych do wykonania warstwy izolującej radon w rejonie składowiska odpadów Jazbec

Jozef Rojc, Mine Zirovski Vrh

Peter Jovanovic, Institute of Occupational Safety, SLOVENIA

About 1.4 million ton of the mine waste material was deposited at the mine waste disposal site Jazbec during the uranium ore mining in the uranium mine Zirovski Vrh. The average concentration of uranium in the mine waste is about 60 g/ton, the average specific activity of Radium ^{226}Ra is 730 Bq/m³. To reduce the radon exhalation rate and to reduce the penetration of the rainfall water into the waste pile it should be covered with an appropriate material. The surface of the waste pile is about 5 ha. The thickness of the cover should be about 2 m. A test field on the waste pile Jazbec (100 m long and 12–20 m wide) was constructed in the year 2003. The surface of the test field was separated in two parts: one part with multi layer cover (5 layers), the second part with only two layers. For the seal layer the fine clayey silt and sand was used. The measurements of radon exhalation were done on the mine waste material, on the seal layer, on the protection layer and finally on the humus layer. For radon exhalation measurements a method with charcoal absorbers was applied. The time of exposure was 48 hours. The results of radon exhalation rates assure that clayey silt and sand mixture is adequate material to use for radon barrage. The average results of radon exhalation rates are 50% and more percent lower than obligatory authorized limit of 0.1 Bq/m²s. The results of the water penetration measurements are not as low as it is required by regulations. The improvement of clayey silt and sand characteristics with bentonite was also evaluated.



W czasie prowadzenia eksploatacji w kopalni uranu Zirovski Vrh, na składowisku Jazbec zdeponowano około 1,4 miliona ton odpadów. Średnia koncentracja uranu w tych odpadach wynosi około 60 g/tonę, a aktywność właściwa radu ^{226}Ra 730 Bq/kg. W celu zmniejszenia współczynnika ekshalacji radonu oraz zapobieżeniu infiltracji wód opadowych w głąb hałdy, jej powierzchnię należałoby pokryć odpowiednią warstwą izolacyjną. Powierzchnia hałdy

wynosi 5 ha. Grubość warstwy izolacyjnej powinna wynosić około 2 m. W celu wykonania odpowiednich testów, w rejonie składowiska Jazbec wyodrębniono w roku 2003 obszar o długości 100 m i szerokości 12–20 m. Obszar podzielono na dwie części, z których jedną pokryto 5 różnego typu warstwami, a drugą tylko dwiema. Materiał tworzący warstwę izolacyjną składał się z drobnych frakcji łupków oraz piasku. Pomiary ekshalacji radonu wykonano z pomocą węgla aktywnych w miejscu zalegania nieosłoniętych odpadów, warstwy izolacyjnej, warstwy ochronnej i warstwy humusu. Czas ekspozycji wynosił 48 godzin. Otrzymane wyniki wskazują, że mieszanina łupków ilastych i piasku jest dostatecznie dobrą zaporą izolującą radon. Współczynniki ekshalacji były o 50% i więcej mniejsze niż dopuszczalny limit $0,1 \text{ Bq}/(\text{m}^2\text{s})$. Zbudowana zaporę nie zabezpieczała jednak składowiska przed nadmiernym przenikaniem wód opadowych, które było wyższe niż to dopuszczają przepisy. W pracy przedstawiono również wyniki oceny skuteczności udoskonalonej warstwy izolacyjnej, do której oprócz łupków ilastych i piasku dodano jeszcze bentonit.

68.

Estimation of radon dose in several workplaces using dosimetric model for inhalation of airborne radionuclides

Ocena dawek na kilku wybranych stanowiskach pracy w oparciu o modele dozymetryczne wchłaniania promieniotwórczych cząsteczek zawieszonych w powietrzu drogą oddechową

Kalina Mamont-Cieśla, Olga Stawarz

Central Laboratory for Radiological Protection, ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warsaw, POLAND

There are two approaches to the estimation of the effective dose associated with the inhalation of ^{222}Rn short-lived progeny. One of them based on the Publication 65 ICRP (International Commission on Radiological Protection) using a single dose conversion factor, called conversion convention, is derived from the results of the epidemiological studies of uranium miners. However, the extrapolation from the lung cancer risk for uranium miners applied to the general population meets many objections related to both: big difference of about 2-3 orders of magnitude in the radon exposure, and differences in the exposure environments (e.g. concentration, size distribution and chemical composition of aerosols), breathing rates, smoking pattern and so on. The second approach is based on the Publication 66 ICRP which strongly recommends the usage of dosimetric models for inhalation of airborne radionuclides. These models reveal that the dose per unit intake of radon progeny depends on the site of particle deposition in the respiratory track, which, in turn, strongly depends on the particle size distribution. It is particularly important in the estimation of the dose to take into account the contribution of the ultrafine particles below 10 nm in diameter. To recapitulate, for the reliable estimation of the radon dose it is necessary to know not only the alpha potential energy concentration (PAEC), but also the full size distribution of radon progeny particles in the range from 1 to 1000 nm, which penetrate to our lungs with the air. The dosimetric model approach uses a weighted dose conversion factor, which combines radon progeny size distribution with the particle-size dependent dose conversion factors in a particular exposure location.

By means of our Radon Progeny Particle Size Spectrometer, manufactured by dr Stephen Solomon in ARPANSA, Melbourne, Australia, we measured potential alpha energy concentra-

tion (PAEC) and radon progeny size distribution in five workplaces. They were: an attorney office, Faculty of Physics at the Warsaw University – two locations, the Central Laboratory for Radiological Protection and an experimental coal mine “Barbara”. The measurements were conducted in various conditions of aerosols: natural and high level aerosols from smoking cigarettes. We applied both approaches for the estimation of the annual effective doses from inhaled radon progeny for an adult male with a breathing rates of 1.2 m³/h and 0.78 m³/h, appropriate respectively to occupational and environmental exposure, and compared them. Ratios of the doses estimated by the dosimetric model to ones with the use of the constant conversion convention range from 0.5 when the free fraction is ca. 5% to 1.7 when the free fraction is ca. 30%.



Istnieją dwa podejścia pozwalające na ocenę dawek skutecznych związanych z inhalacją krótkożyciowych produktów rozpadu radonu ²²²Rn. Pierwsze z nich, opisane w publikacji ICRP nr 65, polega na zastosowaniu pojedynczego współczynnika konwersji, którego wartość została wyprowadzona w oparciu o wyniki badań epidemiologicznych górników kopalni uranowych. Należy jednak podkreślić, że ekstrapolacja wielkości ryzyka inkubacji nowotworu u górników kopalni uranowych na całą populację napotyka wiele głosów sprzeciwu wskazujących na różnicę w ekspozycji 2–3 rzędów wielkości, różnice środowiskowe (stężenie, rozkład ziarnowy i skład chemiczny aerozoli), szybkość oddychania, wpływ palenia tytoniu i tak dalej.

Drugi sposób, zalecający zastosowanie określonych modeli dozymetrycznych opisujących inhalację promieniotwórczych cząsteczek zawieszonych w powietrzu w układzie oddechowym, został opisany w publikacji ICRP nr 66. Wymienione modele dozymetryczne wskazują na silną zależność dawki od miejsc depozycji cząstek w układzie oddechowym oraz od rozkładu ziarnowego. Szczególnej wagi nabiera tu uwzględnienie wkładu do dawki od niewielkich obiektów o rozmiarach poniżej 10 nm. Reasumując, odpowiednia ocena dawki powinna uwzględniać nie tylko stężenie energii potencjalnej alfa, lecz również pełną charakterystykę ziarnową cząsteczek w zakresie 1 nm do 1000 nm, cząsteczek docierających do płuc wraz z wdychanym powietrzem. W tego typu modelach dozymetrycznych stosuje się ważony współczynnik konwersji, który łączy rozkład ziarnowy produktów rozpadu radonu z współczynnikiem konwersji zależnym od rozmiarów cząsteczek w określonym miejscu ekspozycji.

Z pomocą spektrometru do oznaczania rozkładów ziarnowych produktów rozpadu radonu, który został skonstruowany przez dr Stephena Salomona (ARPANSA, Melbourne, Australia) zmierzono stężenie energii potencjalnej alfa (PAEC) oraz rozkłady ziarnowe produktów rozpadu radonu na pięciu stanowiskach pracy. Było to biuro adwokackie, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (2 stanowiska), Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie oraz Kopalnia Doświadczalna „Barbara”. Pomiarów wykonano w środowisku zawierającym różne typy aerozoli: aerozole naturalne oraz duża ilość aerozoli powstających podczas spalania tytoniu. Ocenę rocznej dawki skutecznej przeprowadzono stosując dwie omówione wyżej metody dla dwóch różnych szybkości oddychania: 1,2 i 0,78 m³/h, odpowiadające odpowiednio narażeniu zawodowemu pracowników i ekspozycji środowiskowej. Otrzymane wyniki zostały porównane. Względne różnice między dawkami obliczonymi w oparciu o modele dozymetryczne i przy uwzględnieniu jednego stałego współczynnika konwersji zmieniały się od 0,5, kiedy udział frakcji wolnej wynosił od 5 do 1,7%, gdy wzrastał do ok. 30%.

Sample clean-up by on-line chromatography for the determination of Pu and Am in sediments

Oczyszczanie próbek przez ciągłą chromatografię przy oznaczaniu Pu i Am w osadach

Jussi Jernström, Maria Betti

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Transuranium Elements, P.O.Box 2340, 76125 Karlsruhe, GERMANY, jernstroem@itu.fzk.de

Plutonium is the most investigated actinide element in samples of different matrices. A complete inventory of its isotopic composition can be obtained by different analytical techniques i.e. mass spectrometry for the determination of $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ isotopic ratio, alpha spectrometry for the ^{238}Pu and $^{239(40)}\text{Pu}$ determination, and liquid scintillation counting for the determination of ^{241}Pu . To obtain good results, separation of Pu from the matrix as well as other actinide elements is necessary.

In this paper a novel clean-up procedure for the determination of Pu and, consequently, Am in environmental samples analysed by alpha spectrometry is presented. The method is based on the purification of the samples from different standard matrices (sediments etc.) and separation of Pu and Am by using three different chromatographic columns and two different eluents. The eluted fractions are collected at different times, and are checked for pureness by alpha spectrometry. This procedure, discussed in terms of analytical figures of merit, has been validated with certified reference materials and compared with the classical routine methods for alpha source preparation.



Pluton jest najczęściej mierzonym pierwiastkiem transuranowym w próbkach charakteryzujących się różnym składem. Kompletnie oznaczenia składu izotopowego plutonu można wykonać za pomocą różnorodnych technik analitycznych – wykorzystując spektrometrię masową do oznaczania stosunku izotopowego $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$, spektrometrię alfa dla oznaczania ^{238}Pu oraz $^{239(240)}\text{Pu}$, czy technikę ciekłych scyntylatorów w pomiarach ^{241}Pu . Aby jednak uzyskać dobre wyniki w którejkolwiek z tych metod, konieczne jest wydzielenie plutonu z matrycy próbki oraz oddzielenie go od innych aktywności.

W pracy przedstawiono nową procedurę oczyszczania próbek środowiskowych przy oznaczaniu Pu a następnie Am za pomocą spektrometrii alfa. Metoda oparta jest na wydzieleniu Pu i Am z próbek, charakteryzujących się typowymi matrycami (np. osady), a następnie rozdzielaniu tych izotopów z wykorzystaniem trzech różnych kolumn chromatograficznych i dwóch różnych eluatów. Frakcje eluatów są zbierane w różnym czasie, a ich czystość jest badana za pomocą spektrometrii alfa. Dla procedury tej została przeprowadzona walidacja z wykorzystaniem certyfikowanych materiałów referencyjnych, jak również wykonano porównania z klasycznymi metodami, stosowanymi w preparatyce próbek alfa promieniotwórczych.

The inventory of Italian NORM concerned work activities in the frame of environment protection

Inventaryzacja działalności związanych z NORM w aspekcie ochrony środowiska we Włoszech

F. Trotti¹⁾, C. Zampieri¹⁾, S. Bucci²⁾, G. Clauser³⁾, G. Colombo⁴⁾, D. Desideri⁵⁾, M. Facchinelli³⁾, L. Gaidolfi⁶⁾, G. Torri⁷⁾

- ¹⁾ ARPA Veneto – Regional Agency for the Environmental Protection of Veneto via A. Dominutti 8, 37135 Verona, ITALY, ftrotti@arpa.veneto.it ; czampieri@arpa.veneto.it
- ²⁾ ARPA Toscana – Regional Agency for the Environmental Protection of Toscana, via Ponte alle Mosse 211, 50144 Firenze, ITALY, s.bucci@arpat.toscana.it
- ³⁾ APPA Trento – Provincial Agency for the Environmental Protection of Trento, Piazza A. Vittoria 5, 38100 Trento, ITALY
- ⁴⁾ ENI S.p.A. Divisione Exploration & Production, via Emilia 1, S. Donato Milanese (MI), ITALY, giovanni.colombo@agip.it
- ⁵⁾ Institute of General Chemistry – Urbino University, Piazza Rinascimento 6, 61029 Urbino, ITALY
- ⁶⁾ ARPA Emilia Romagna – Regional Agency for the Environmental Protection of Emilia Romagna, via XXI Aprile 48, 29100 Piacenza, ITALY
- ⁷⁾ APAT – Agency for the Environmental Protection and for Technical Services, via V. Brancati 48, 00144 Roma, ITALY

The importance of NORM in Italy, from the radiation exposure point of view both for workers and for the public, is confirmed by a national decree (n. 241/2000), implementing the EU BSS, that provides the execution of controls for a set of work activities.

A project aimed at estimating environmental impact for some activities dealing with NORM is being carried out by the National Topic Centre on Physical Agents (CTN-AGF), coordination of Regional Environmental Protection Agencies (ARPA), which supports the National Environmental Protection Agency (APAT) in collecting environmental information about physical pollutants (ionizing and non-ionizing radiations, noise). By now the following working categories have been chosen: phosphate and fertilizers industry, integrated steelworks, processing of zircon sands, oil and gas extraction, uranium mines, coal-fired power plants.

Information about presence and features of different working cycles has been obtained through field reports, representatives of sector associations or of the companies themselves.

Radiological surveys have been carried out to increase knowledge for some work activities aspects potentially relevant as far as environmental impact is concerned (on dusts and residues in refractory, tiles industry and in integrated steelworks etc.)

Technical data related to the various work activities have been collected by means of specific questionnaires sent to most of the involved factories: a centralized data base has been set up. An estimate of Italian work activities general environmental pressure, first step for radiological impact predictions, is possible based on both radiological information (present and already available) and technical information from the questionnaires.



We Włoszech waga problemu NORM, z punktu widzenia ochrony radiologicznej pracowników i osób postronnych, została potwierdzona wydaniem dekretu rządowego (nr

241/2000), wprowadzającego europejskie standardy BSS, co umożliwia wykonywanie kontroli w różnych dziedzinach przemysłu.

Narodowe Centrum Badań Fizycznych (CTN-AGF) prowadzi obecnie projekt badawczy, koordynowany przez Regionalną Agencję Ochrony Środowiska (ARPA), mający na celu ocenę oddziaływania na środowisko niektórych przemysłów, w których występuje problem NORM. Wspomagane są w ten sposób wysiłki Państwowej Agencji Ochrony Środowiska (APAT) zbierającej informacje na temat fizycznych zanieczyszczeń środowiska (promieniowanie jonizujące i niejonizujące, hałas). Dotychczas wybrano do badań następujące dziedziny: przetwórstwo fosfatów i produkcję nawozów sztucznych, przemysł metalurgiczny, przetwórstwo piasków cyrkonowych, wydobywanie ropy naftowej i gazu, kopalnie uranu, elektrociepłownie opalane węglem.

Informacje o występowaniu i właściwościach różnych procesów uzyskano w formie raportów przygotowanych przez poszczególne przemysły lub zakłady produkcyjne. Przeprowadzono badania radiologiczne w celu zwiększenia informacji o poszczególnych aspektach procesów mogących mieć potencjalny wpływ na środowisko (pyły i osady w przemyśle materiałów ogniotrwałych, przy produkcji dachówek, w stalowniach etc.).

Zebrano, za pomocą specjalnie przygotowanych kwestionariuszy, dane techniczne z poszczególnych procesów, w postaci scentralizowanej bazy danych. Możliwe jest obecnie dokonanie oceny wpływu poszczególnych działalności na środowisko, pierwszy krok do oceny zagrożenia radiacyjnego, dzięki posiadaniu danych radiologicznych (obecnie dostępnych) i informacji technicznych z kwestionariuszy o poszczególnych procesach.

71.

Uranium isotopes in public drinking water in Poland

Izotopy uranu w wodach pitnych w Polsce

Zofia Pietrzak-Flis, Iwona Kamińska, Edward Chrzanowski

Central Laboratory for Radiological Protection, ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warsaw, POLAND
pietrzak_flis@clor.waw.pl

^{238}U , ^{234}U and ^{235}U were determined in tap water samples collected from water supply systems located in various parts of Poland. The systems were supplied with water from rivers or lakes (surface water) and from underground wells (underground water).

Uranium isotopes were determined in 5 l samples. ^{232}U was used as an internal tracer. After water evaporation, uranium was chemically separated by anion exchange and extraction. Finally uranium was electrodeposited on a stainless steel disc and activity of uranium isotopes was measured by alpha spectrometry.

Average activity concentrations of ^{238}U , ^{234}U and ^{235}U in tap waters originating from surface waters were 10.3 ± 1.96 mBq/l, 13.8 ± 2.68 mBq/l and 0.44 ± 0.08 mBq/l, respectively. Average activity concentrations of these isotopes in tap water originating from underground waters for ^{238}U and ^{234}U they were 4.53 ± 1.50 mBq/l and 5.68 ± 1.72 mBq/l, respectively, whereas for ^{235}U in six out of 16 water pipes the concentrations were below the lower limit of detection (0.06 mBq/l), and for the other the average was 0.29 ± 0.09 mBq/l.

Activity concentrations of ^{234}U were higher than those of ^{238}U (atomic $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratios ranged from 1.07 to 2.6), indicating the lack of equilibrium between these isotopes. The $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratios for the surface and underground waters were similar.

The average activity ratio of ^{235}U to ^{238}U for water samples was equal to 0.045 ± 0.003 which is close to the value 0.046 for uranium in nature.

In seven water supply systems the samples were taken before and after water treatment. Only in one water source the treatment reduced the uranium content significantly (by about a half), while in the other sources the treatment usually did not decrease the uranium content. The activity concentrations of uranium isotopes in tap waters taken from surface waters were similar to those from rivers and lakes in Poland [1].

Reference

[1] Z. Pietrzak-Flis, I. Kamińska, E. Chrzanowski, Uranium isotopes in waters and bottom sediments of rivers and lakes in Poland, prepared for publication.



Izotopy uranu ^{238}U , ^{234}U i ^{235}U oznaczono w próbkach wody pitnej pobieranej z wodociągów zlokalizowanych w różnych rejonach Polski. Wodociągi te wykorzystują wody z rzek i jezior (ujęcia wód powierzchniowych) lub wody głębinowe (ujęcia wód podziemnych).

Izotopy uranu oznaczano w 5-litrowych próbkach wody. Do próbki dodawano znaną aktywność ^{232}U służącego jako znacznik. Wodę odparowywano, a następnie uran oddzielano stosując wymianę jonową i ekstrakcję. Uran osadzano na krążkach stalowych metodą elektrodepozycji, a jego aktywność mierzono metodą spektrometrii alfa.

Średnie stężenie ^{238}U , ^{234}U i ^{235}U w wodach wodociągowych zasilanych wodami powierzchniowymi wynosiło odpowiednio $10,3 \pm 1,96$ mBq/l, $13,8 \pm 2,68$ mBq/l i $0,44 \pm 0,08$ mBq/l. W wodzie z wodociągów zasilanych wodami głębinowymi średnie stężenie ^{238}U wynosiło $4,53 \pm 1,50$ mBq/l, ^{234}U – $5,68 \pm 1,72$ mBq/l, stężenie ^{235}U w sześciu z 16 wodociągów znajdowało się poniżej granicy oznaczalności ($0,06$ mBq/l), a w pozostałych próbkach wody wynosiło średnio $0,29 \pm 0,09$ mBq/l.

Stężenie ^{234}U było wyższe niż stężenie ^{238}U (stosunek aktywności zawierał się w granicach od 1,07 do 2,6), co wskazuje na brak równowagi promieniotwórczej między tymi izotopami. Stosunki $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ były podobne dla wód powierzchniowych i głębinowych.

Średni stosunek aktywności $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ w wodach wynosił $0,045 \pm 0,003$ i był bliski wartości $0,046$ określonej dla uranu w przyrodzie.

Dla siedmiu ujęć, próbki wody pobierane były przed i po uzdatnieniu. Tylko w jednym przypadku uzdatnianie znacząco zmniejszyło zawartość uranu (o około połowę), podczas gdy w pozostałych przypadkach uzdatnianie nie zmniejszało zawartości uranu. Stężenie izotopów uranu w wodach wodociągowych wykorzystujących wody powierzchniowe były podobne do ich stężeń w rzekach i jeziorach w Polsce [1].

Literatura

[1] Z. Pietrzak-Flis, I. Kamińska, E. Chrzanowski, Uranium isotopes in waters and bottom sediments of rivers and lakes in Poland, praca przesłana do druku w *Nukleonice*.

Characterisation of scale from a former phosphoric acid processing plant

Charakterystyka osadów z nieczynnych zakładów produkcji kwasu fosforowego

Helen Beddow¹⁾, Stuart Black¹⁾, David Read²⁾

¹⁾ Environmental Radioactivity Research Group, School of Human & Environmental Sciences, Whiteknights, PO Box 227, University of Reading, Reading RG6 6AB, UNITED KINGDOM, h.l.beddow@reading.ac.uk

²⁾ Enterpris Ltd., Whiteknights, University of Reading, Reading RG6 6AB, UNITED KINGDOM

A wide variety of industries extract and/or process ores and minerals containing naturally occurring radioactive material (NORM). In many cases the industrial processing of natural feedstock results in radioactive material becoming concentrated in (by-) products, wastes and plant installations. The main sources of NORM are members of the ^{238}U and ^{232}Th decay chains. The radioelements of greatest concern are radium, lead and polonium, due to their radiological and toxicological properties when inhaled and/or ingested (Kathren, 1998). Therefore, it is necessary for radioactive materials to be isolated from the human environment, thereby committing industries to costly disposal initiatives under the current directives.

Scale samples were collected from a phosphoric acid processing plant, which is currently in the process of being demolished. These materials were analysed chemically, mineralogically and radioactively to determine the nature and concentration of the radionuclides retained in pipe work and process plant (Poole et al., 1995). Three areas of the site were investigated; 1) the Green Acid Plant, where crude acid was concentrated; 2) the green acid storage tanks; and 3) the Purified White Acid (PWA) plant, where inorganic impurities were removed. The scale samples predominantly comprised: fluorides (e.g. malladrite, iron oxide fluoride); calcium sulphate (e.g. bassanite); and an assemblage of fluorides and phosphates (e.g. iron fluoride hydrate, calcium phosphate) respectively, which can be related to the process occurring at each of these locations. The radioactive inventory is primarily all from ^{238}U and its decay chain products. Compared to the feedstock ore values, elevated concentrations, to levels ≤ 8.8 Bq/g of ^{238}U , and its daughter ^{234}Pa , were found to be retained in installations where the process stream was rich in fluorides and phosphates. Enriched levels, ≤ 11 Bq/g of ^{226}Ra were found in association with precipitates of calcium sulphate. Fractionation of ^{226}Ra from its daughter ^{210}Pb was observed in some scales; however, ^{210}Pb levels in excess of its parent was also noted in many materials from the PWA plant, which may be attributed to the purification process occurring in this installation. In addition, enriched concentrations of trace elements Pb (≤ 106), Cu (≤ 152 ppm), Ni (≤ 215 ppm), Zn (≤ 2183) and particularly Cr (≤ 3110 ppm) were also found in many of the materials analysed.

Reference:

Kathren R. L. (1998) NORM Sources and Their Origins. *Applied Radiation and Isotopes* 49(3), 149-168.

Poole A.J., Allington D.J., Baxter A.J., and Young A.K. (1995) The natural radioactivity of phosphate ore and associated waste products discharged into the eastern Irish Sea from a phosphoric acid production plant. *The Science of the Total Environment* 173/174, 137-149.

★ ★ ★

W wielu gałęziach przemysłu wydobywczego i przetwórstwa rud i minerałów występują surowce zawierające naturalne izotopy promieniotwórcze (NORM). W wielu przypadkach przeróbka takich surowców prowadzi do koncentracji radionuklidów w produktach, odpadach czy powstawania osadów w instalacjach. Głównymi źródłami skażeń są izotopy z serii ^{238}U oraz ^{232}Th . Izotopami o największym znaczeniu są rad, ołów i polon, co spowodowane jest ich radiotoksycznością i toksycznością podczas ich wchłaniania czy wdychania przez człowieka (Kathren, 1998). Z tego powodu konieczne jest, aby substancje promieniotwórcze nie były deponowane w otoczeniu człowieka, a gałęzie przemysłu, gdzie powstają odpady NORM, powinny stosować kosztowne procedury ich składowania i unieszkodliwiania.

Próbki osadów do badań zostały pobrane w likwidowanych zakładach produkcji kwasu fosforowego. Probki te były analizowane chemicznie, mineralogicznie oraz mierzono w nich stężenie radionuklidów i badano formę chemiczną, w jakiej pozostały w rurociągach i instalacjach likwidowanych zakładów (Poole et al., 1995). Badane były trzy główne instalacje: 1) instalacja zielonego kwasu, gdzie produkowany kwas był zateżany; 2) zbiorniki zielonego kwasu oraz 3) instalacja oczyszczonego białego kwasu (PWA), gdzie usuwane były zanieczyszczenia nieorganiczne. Probki osadów składały się głównie z fluorków (na przykład maladrytu, czyli fluorku żelaza), siarczanu wapnia, jak i mieszaniny fluorków i fosforanów (jak uwodniony fluorek żelaza czy fosforan wapnia) w zależności od miejsca poboru, co odpowiadało procesom zachodzącym w tych partiach instalacji. Badaniami objęto przede wszystkim radionuklidy z szeregu uranowego ^{238}U . W porównaniu ze stężeniami w rudzie, podwyższone stężenia uranu, sięgające $8,8 \text{ Bq/g } ^{238}\text{U}$, jak i jego produktu rozpadu ^{234}Pa , znaleziono w osadach w tych częściach instalacji, gdzie podczas procesu technologicznego znajdowało się dużo fluorków i fosforanów. Z kolei podwyższone stężenia radu, sięgające $11 \text{ Bq/g } ^{226}\text{Ra}$ znaleziono w miejscach, gdzie osadzał się siarczan wapnia. W niektórych osadach zaobserwowano separację ^{226}Ra i jego izotopu potomnego ^{210}Pb , szczególnie zaś w instalacji PWA, gdzie stężenia ^{210}Pb przekraczały stężenia radu. Mogło to być spowodowane procesami oczyszczania, jakie zachodziły w tej instalacji. Ponadto w wielu badanych substancjach zmierzono podwyższone stężenia pierwiastków śladowych Pb ($\leq 106 \text{ ppm}$), Cu ($\leq 152 \text{ ppm}$), Ni ($\leq 215 \text{ ppm}$), Zn ($\leq 2183 \text{ ppm}$), a szczególnie Cr ($\leq 3110 \text{ ppm}$).

Literatura

- Kathren R.L. (1998) NORM Sources and Their Origins. *Applied Radiation and Isotopes* 49(3), 149-168.
- Poole A.J., Allington D.J., Baxter A.J., and Young A.K. (1995) The natural radioactivity of phosphate ore and associated waste products discharged into the eastern Irish Sea from a phosphoric acid production plant. *The Science of the Total Environment* 173/174, 137-149.

Ventilation: a technique for indoor radon mitigation

Wentylacja: technika obniżania zagrożenia radonowego wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych

K. Kant¹⁾, R.P. Chauhan²⁾, S.K. Chakarvarti³⁾

¹⁾ Department of Physics, KLMDN College for Women, Faridabad, Haryana, INDIA – 121001

²⁾ Department of Physics, I.G.N.College, Ladwa, Kurukshetra (Haryana), INDIA – 136 132

³⁾ Department of Applied Physics, NIT, Kurukshetra (Haryana), INDIA – 136119

The problem of radon is an important global problem of radiation hygiene concerning the world population. It has been estimated that the radon, largely in homes, constitutes more than 50% of the dose equivalent received by general population from all sources of radiation, both naturally occurring and man-made. When radon decays to form its progeny (^{218}Po and ^{214}Po), they are electrically charged and can attach themselves to tiny dust particles, water vapours, oxygen, trace gases in indoor air and other solid surfaces. These daughter products remain air borne for a long time. These dust particles (aerosols) can easily be inhaled into the lung and can adhere to the epithelial lining of the lung, thereby irradiating the tissue. As per the ICRP recommendations, it is essential to adopt remedial measures if the radon levels in dwellings are found to be more than 200 Bq m^{-3} . Ventilation process can simulate the conditions generated through advection or diffusion and can be effective in mitigating indoor radon.

In the present work, the effect of ventilation (natural and forced by exhaust fan used at different speeds), on radon concentration in a room having an external source of radon was studied. For radon, the LR-115, type II solid state nuclear track detectors (SSNTDs) were used. The radon reduction factor, which is the ratio of radon concentrations before and after remediation was calculated. The radon reduction factor was found to vary from 1.08 to 1.17 due to natural ventilation whereas 1.17 to 3.01 due to forced ventilation. The results indicate that optimized ventilation (natural or forced) can be a simple mean to mitigate radon in dwellings.

Key words: Radon concentration, remediation, ventilation, SSNTDs, exhaust fan

Corresponding author: E-mail: kkant_67@rediffmail.com, Phone: 91-129-2461602



Radon stanowi ważny globalny problem z zakresu ochrony przed promieniowaniem jonizującym całej populacji. Szacuje się, że izotop ten wnosi więcej niż 50% udziału do dawki wynikającej z oddziaływania wszystkich znanych źródeł pochodzenia naturalnego i sztucznego. Produkty rozpadu radonu (^{218}Po i ^{214}Po) są elektrycznie naładowane i mogą przyczepiać się do drobnych cząsteczek pyłu, pary wodnej, tlenu i cząsteczek gazów śladowych znajdujących się w powietrzu wypełniającym wnętrze pomieszczeń oraz do powierzchni ciał stałych. Przez długi czas produkty te pozostają zawieszone w powietrzu, skąd mogą przedostać się do płuc, a następnie po przechwyceciu na powierzchni nabłonka napromieniować tkankę. Zgodnie z zaleceniami ICRP (Międzynarodowy Komitet Ochrony Radiologicznej), należy wprowadzić przedsięwzięcia redukujące zagrożenie w sytuacji kiedy stężenie radonu w pomieszczeniu mieszkalnym jest większe niż 200 Bq/m^3 . Takim przedsięwzięciem może być wentylacja pomieszczeń, która stymuluje procesy jakie zachodzą podczas adwekcji powietrza i dyfuzji zmniejszając tym samym występujące zagrożenie.

W pracy omówiono wpływ wentylacji (naturalnej oraz wymuszonej przez wentylator wyciągowy dla różnych wydajności) na stężenie radonu w pomieszczeniu z zewnętrznym źródłem radonu. Pomiary wykonano z pomocą detektorów śladowych (SSNTDs) wyposażonych w folię LR-115 typ II. Oszacowano współczynnik redukcji zdefiniowany jako stosunek stężenia radonu zmierzonego przed podjęciem akcji mającej na celu redukcję zagrożenia i po jej zakończeniu. Tak określony współczynnik redukcji zmieniał się od 1,08 do 1,17 dla naturalnej wentylacji oraz od 1,17 do 3,01 przy wentylacji wymuszonej. Uzyskane wyniki wskazują, że optymalizacja sposobu wentylacji (naturalnej lub wymuszonej) może być prostą i skuteczną metodą ograniczania zagrożenia w pomieszczeniach mieszkalnych.

Słowa kluczowe: stężenie radonu, środki zaradcze, wentylacja, SSNTDs, wentylator wydechowy.

kontakt: e-mail: kkant_67@rediffmail.com, telefon: 91-129-2461602

74.

Assessment of natural and anthropogenic radioactivity levels in rocks in the Krzeszowice area, Poland, by in situ gamma-ray spectrometry

Pomiary promieniotwórczości naturalnej i antropogenicznej in situ w skałach Rowu Krzeszowickiego przy użyciu przenośnego systemu spektrometrycznego promieniowania gamma

G. Lizurek¹⁾, D. Malczewski²⁾

¹⁾ Faculty of Earth Sciences, University of Silesia; Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, POLAND, glizurek@us.edu.pl

²⁾ Faculty of Earth Sciences, University of Silesia; Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, POLAND, malczews@us.edu.pl

The natural radioactivity of ^{40}K , ^{208}Tl , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac and the fallout of ^{137}Cs in typical rocks of Krzeszowice area (S. Poland) were measured in situ using a portable gamma-ray spectrometry workstation. The system of portable gamma-ray spectrometry (EG&G ORTEC) consists of an HPGe detector (30% efficiency) with cryostat PGM-5 mounted on a tripod, a multichannel buffer DART and a laptop. The manufacturer's quoted resolutions of the detector are: 0.67 keV at 122 keV and 1.73 keV at 1.33 MeV. In field conditions, the detector was mounted 1 m above the rock.

For this case gamma emitters are recorded from the area in a radius of approximately 10 m, to a depth of ca 30 cm. Krzeszowice area belongs to NE border of Upper Silesia Coal Basin and many outcrops of various (igneous and sedimentary) rocks are noted. The measurement points were chosen for different regional lithology within: porphyry (Miękinia), porphyritic tuff (Kowalska Góra), melaphyre (Alwernia – Regulice) diabase (Niedźwiedzia Góra) and carbonates (Dubie, Nielepice and Dębnik). In-situ measurements carried out in typical rocks of Krzeszowice area showed the highest activity concentrations of ^{40}K in porphyritic tuff (Kowalska Góra) 3154 Bq/kg, melaphyre (Alwernia – Regulice) 1215 Bq/kg and porphyry (Miękinia) 1032 Bq/kg, clearly above average continental crustal concentration i.e., 850 Bq/kg. The activity concentrations associated with ^{232}Th series varied in the range from 7 Bq/kg (dolomite Dubie) to 56 Bq/kg in porphyritic tuff (Kowalska Góra), whereas activity concentration of ^{226}Ra (^{238}U) varied in the range from about 12 Bq/kg in

Jurassic limestone (Nielepice) to 44 Bq/kg in Devonian limestone (Dębnik). Concentrations of fallout activity of ^{137}Cs after Chernobyl and weapon tests ranged from 20 kBq/m² (Dębnik) to less than 65 Bq/m² (Dubie and Nielepice). Since many of these rocks are used as building materials, evaluation of radioactive elements concentrations in these materials is important because indoor radiation exposure can vary depending on used building materials.



Prezentowany referat zawiera wyniki pomiarów naturalnej promieniotwórczości izotopów ^{40}K , ^{208}Tl , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac i opadu ^{137}Cs przeprowadzonych na skałach magmowych i osadowych obrzeżenia rowu krzeszowickiego (okolice Krakowa) przy użyciu przenośnego systemu spektrometrycznego promieniowania gamma. System spektrometryczny (EG&G ORTEC) składa się z detektora półprzewodnikowego germanowego HPGe o 30% wydajności, kriostatu PGM-5 zamontowanego na trójnogu oraz analizatora wielokanałowego DART i laptopa. Rozdzielczość detektora, jaką podaje producent to: 0,67 keV dla piksu 122 keV oraz 1,73 keV dla piksu 1,33 MeV. W pomiarach terenowych stosuje się tzw. geometrię 1m, oznacza to, iż detektor zostaje umieszczony na wysokości 1 m nad powierzchnią gruntu. W tym układzie geometrycznym detekcja promieniowania gamma następuje z obszaru o promieniu 10 m od detektora do głębokości 30 cm.

Okolice Krzeszowic, gdzie miały miejsce pomiary należą do NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i obfitują w liczne odsłonięcia skał zarówno osadowych, jak i magmowych. Punkty pomiarowe zostały zlokalizowane na różnych podłożach skalnych, między innymi na: porfirze (Miękinia), tufie porfirowym (Kowalska Góra), melafirze (Alwernia – Regulice), diabazie (Niedzwiedzia Góra) oraz skałach węglanowych (Dubie, Nielepice, Dębnik). Na podstawie pomiarów in situ najwyższe koncentracje aktywności promieniotwórczej ^{40}K zanotowano w tufach porfirowych (Kowalska Góra) 3154 Bq/kg, melafirach (Alwernia – Regulice) 1215 Bq/kg i porfirach (Miękinia) 1032 Bq/kg. Wartości te są wyższe od średniej aktywności tego nuklidu w skorupie kontynentalnej, której wartość jest szacowana na 850 Bq/kg. Koncentracje aktywności nuklidów rodziny torowej zawierają się pomiędzy 7 Bq/kg (dolomit w Dubiu) a 56 Bq/kg w tufie porfirowym (Kowalska Góra). Natomiast koncentracja aktywności promieniotwórczej ^{226}Ra (rodzina ^{238}U) zawiera się w przedziale od 12 Bq/kg w wapieniu jurajskim (Nielepice) do 44 Bq/kg w wapieniu dewońskim (Dębnik). Koncentracje opadu promieniotwórczego ^{137}Cs związanego z awarią elektrowni jądrowej w Czarnobylu i testami broni jądrowej mają wartości z przedziału od 20 kBq/m² (Dębnik) do mniejszych niż 65 Bq/m² (Dubie i Nielepice).

Ze względu na stosowanie opisanych tutaj skał do celów budowlanych określenie w nich zawartości nuklidów promieniotwórczych jest ważne, ponieważ ekspozycja na promieniowanie jonizujące wewnątrz budynków będzie zależeć głównie od materiałów, z jakich są wykonane.

Sources of TENORM – inventory of phosphate fertilisers and aluminum industries

Źródła TENORM w przemyśle nawozów fosforowych i produkcji aluminium

Dan Georgescu, Florian Aurelian, Mihai Popescu, Cornel Rădulescu

Research & Development National Institute for Metals and Radioactive Resources Romania, Bucharest, ROMANIA, icpmrr@iodes.ro

I. Phosphate fertilizers industry

In Romania, there were built and commissioned in the period 1964–1978, 7 fertilizers plants based on H_2SO_4 and HNO_3 attack.

A H_2SO_4 attack

The deposit with sub-products (phosphogypsum) from SC SOFRET SA Bacau. The material (phosphogypsum) resulted from H_2SO_4 attack of the imported phosphatic rocks has been deposited since 1978, close to the plant, which is located in the Eastern part of Bacau city. In the samples resulted from the surface of the phosphogypsum deposit and also from drills until a depth of 16 m there were detected the following contents in radioelements: U = 15–21 ppm, ^{226}Ra = 0.45–0.87 Bq/g, Th = <3 ppm, K = <1%, gamma dose flow rate between 0.18–0.25 $\mu Sv/h$. Radon concentration at the pond surface (irregular areas) was of 4860 Bq/m³ and for thoron was of 496 Bq/m³.

B HNO_3 attack

The tailing pond with sub-products from S.C. AZOMURES S.A. Targu-Mures. The tailing pond with technological water and calcium carbonate occupies a surface of about 33 ha, close to the plant, which is located in the Western part of Targu-Mures city. The technological water from the tailing pond has a pH = 1.45 and the contents in U = 0.045 mg/l and ^{226}Ra = 1.4 Bq/l. The sub-product (calcium carbonate) contains 23 ppm U, 0.35 Bq/g ^{226}Ra , 2 ppm Th and 0.2% K.

II. Aluminum industry

A. Alumina Plant from Oradea

In the western area of Oradea city there is the bauxite processing plant. In the pond with red sludge resulted from alumina acquirement, the contents in radionuclides are mentioned below (Table 1):

Table 1

	ppm U	Bq/g Ra	ppm Th
Material of red colour	11	0,21	61
Material of dark colour	<10	0,137	70
Material of light colour	127	1,675	11

In air at the pond surface: ^{222}Rn = 21 Bq/m³, thoron = 1220 Bq/m³. In water from the red sludge pond: ^{222}Rn = 101 pCi/l, thoron = 0, ^{226}Ra = 0.023 Bq/l, pH = 12.05.

B. Alumina Plant from Tulcea

Sub-product – red sludge: U = 15 ppm; ^{226}Ra = 0.212 Bq/g; Th = 62 ppm. In water from pond: pH = 12.2; ^{226}Ra = 0.026 Bq/l; U = 0.010 mg/l. ^{222}Rn and thoron distribution in air at the red sludge pond surface: ^{222}Rn = 248 Bq/m³, thoron = 6270 Bq/m³.



I. Przemysł nawozów fosforowych

W okresie 1964–1978 w Rumunii zbudowano i oddano do użytku 7 fabryk nawozów fosforowych, opartych na wykorzystaniu H_2SO_4 lub HNO_3 .

A. Zakłady oparte na wykorzystaniu H_2SO_4

W zakładach SC SOFRET SA Bacau odpadem zawierającym NORM są fosfogipsy. Fosfogipsy powstają w trakcie oddziaływania H_2SO_4 na importowane fosfority. Odpady te są składowane od 1978 w pobliżu zakładów, które są zlokalizowane we wschodniej części miasta Bacau. Próbkki fosfogipsów pobrane zostały z powierzchni składowiska, jak również z odwiertów o głębokości do 16 metrów. W próbkach tych zmierzono następujące zawartości izotopów naturalnych: $U = 15\text{--}21 \text{ ppm}$, $^{226}\text{Ra} = 0,45\text{--}0,87 \text{ Bq/g}$, $\text{Th} = <3 \text{ ppm}$, $K = <1\%$, a moc dawki promieniowania gamma wahała się w granicach $0,18\text{--}0,25 \mu\text{Sv/h}$. Stężenie radonu na powierzchni składowiska sięgało 4860 Bq/m^3 , a stężenie toronu dochodziło do 496 Bq/m^3 .

B. Zakłady oparte na wykorzystaniu HNO_3

W zakładach S.C. AZOMURES S.A. Targu-Mures badano osadnik zawierający odpady poprodukcyjne. Osadnik ten zawiera wody technologiczne oraz węglan wapnia i zajmuje powierzchnię około 33 ha. Jest on położony blisko zakładów, zlokalizowanych w zachodniej części miasta Targu-Mures. Wody technologiczne w osadniku mają bardzo niskie $\text{pH} = 1,45$; zawierają one uran w stężeniu $U = 0,045 \text{ mg/l}$ i rad $^{226}\text{Ra} = 1,4 \text{ Bq/l}$. Odpadowy węglan wapnia zawiera $23 \text{ ppm } U$, $0,35 \text{ Bq/g } ^{226}\text{Ra}$, 2 ppm Th oraz $0,2\% K$.

II. Przemysł aluminium

A. Huta aluminium w Oradea

W zachodniej części miasta Oradea położony jest zakład, produkujący aluminium z boksytu. W osadniku znajduje się czerwony szlam, powstający jako odpad przy produkcji aluminium, a zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych w tym szlamie przedstawiono w tabeli 1:

Tabela 1

	ppm U	Bq/g Ra	ppm Th
Czerwony szlam	11	0,21	61
Odpady ciemnego koloru	<10	0,137	70
Odpady jasnego koloru	127	1,675	11

Stężenia nad powierzchnią osadnika wynosiły w przypadku: $^{222}\text{Rn} = 21 \text{ Bq/m}^3$, a toronu = 1220 Bq/m^3 . Wody z osadnika z czerwonym szlamem zawierały radionuklidy o stężeniach: $^{222}\text{Rn} = 3,7 \text{ Bq/l}$, toron = 0, $^{226}\text{Ra} = 0,023 \text{ Bq/l}$, a odczyn wody był zasadowych $\text{pH} = 12,05$.

B. Huta aluminium w Tulcea

I w tym przypadku odpadem jest czerwony szlam, zawierający naturalne radionuklidy: $U = 15 \text{ ppm}$; $^{226}\text{Ra} = 0,212 \text{ Bq/g}$; $\text{Th} = 62 \text{ ppm}$. Woda z osadnika ma zasadowe $\text{pH} = 12,2$; i zawiera rad i uran $^{226}\text{Ra} = 0,026 \text{ Bq/l}$; $U = 0,010 \text{ mg/l}$. Stężenia ^{222}Rn i toronu w powietrzu nad osadnikiem sięgają wartości $^{222}\text{Rn} = 248 \text{ Bq/m}^3$, toron = 6270 Bq/m^3 .

Radon measurements as a monitoring possibility for mining subsidence occurrences

Możliwość wykorzystania pomiarów radonu dla wykrywania przypadków osiadania terenów górniczych

A. Kies¹⁾, A. Storoni²⁾, Z. Tosheva¹⁾

¹⁾ Laboratoire Physique des Radiations, Université du Luxembourg, 162A avenue de la Faïencerie, L-1511 LUXEMBOURG, antoine.kies@univ.lu

²⁾ Cellule de Recherche en Géographie Physique, 162A avenue de la Faïencerie, L-1511 LUXEMBOURG

The objective of the current research is to check whether or not radon concentrations in the surface layer can be related to mining and mining subsidence voids in order to allow the drawing of a subsidence risk map.

The chosen test site is located in a forested area on the plateau of the Luxembourg mining basin. Under an overburden of 65 m thick limestone and marls two approximately 3-m-high iron layers have been worked between 1920 and 1950. Due to the prevailing room-and-pillar extraction method, pillars of different shape and size have been kept in place. Mining subsidence has progressively occurred for more than 50 years and is currently going on. Along the western mine boundary a long surface fissure has developed and some 25 subsidence pits occurred over a period of several decades, the last in 1995. The site was mainly chosen because it has a more or less uniform surface, the old mining maps still exist and further subsidence may be expected the more than the neighbouring busy road has not been protected by a continuous pillar.

The ease of radon to leave the site of production in the soil and rocks and the differences in the subsequent possibility to migrate and concentrate in underground voids, give the possibility to locate underground inhomogeneities by a survey based on radon soil measurements. Normally mining voids situated at a depth of 60 m have no influence on radon concentrations measured in one meter depth. But due to mining subsidence, an important brittleness of the rocks can develop moving up to the surface; as a consequence we expect locally increased radon concentrations. We report of an intensive investigation on radon in soil measurements, distributed over 10 parallel transects. Along a transect the spacing between the measurement points was 4 meter, for 8 transects the inter-distance was 10 m, it was 30 m for the last two transects.

Radon concentrations plotted against sample spacing are very irregular documenting a very inhomogenous subsoil. The map of the radon concentrations (Fig.1) shows these irregularities, but on the whole it is possible to identify a trend from East to West, corresponding to the main directions of the old mine roadways. The location of enhanced radon concentrations may present an increased subsidence risk consecutive to a fractioning of the underground. This study documents that investigations based on radon in soil can contribute to risk investigation related to mining subsidence occurrences.

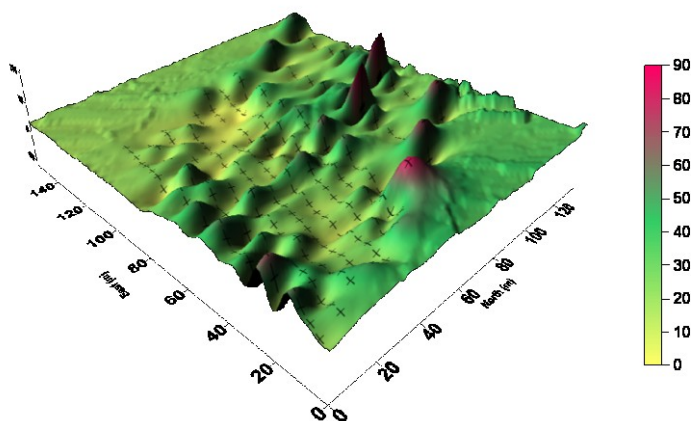


Fig. 1: Map of radon concentrations (in Bq/m^3)

★ ★ ★

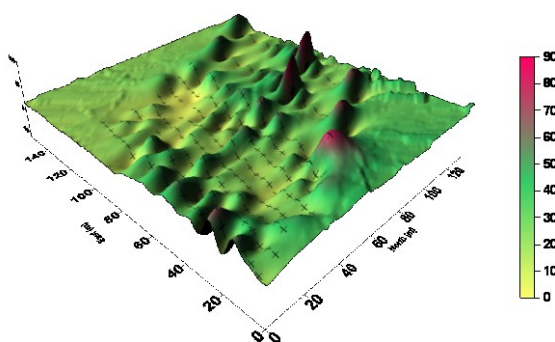
Zadaniem przedstawionych badań było sprawdzenie, czy można powiązać wyniki pomiarów radonu w górnej warstwie gruntu z osiadaniami wyeksploatowanych pustek pogórnich i wyznaczenia na tej podstawie mapy ryzyka osiadania.

Wybrano obszar testowy w zalesionej części płaskowyżu, gdzie w Luksemburgu znajdował się obszar górniczy rud żelaza. Pod grubą warstwą nadkładu wapieni i margli (około 65 m) dwa pokłady rudy żelaza o miąższości 3 m były eksploatowane w okresie pomiędzy 1920 a 1950. Ze względu na stosowaną metodę komorowo-filarową, po eksploatacji złoża, pozostawiono filary o różnym kształcie i wymiarach. Osiadanie powierzchni na tych terenach zachodziło przez ponad 50 lat i trwa nadal. Wzdłuż zachodniej granicy obszaru górniczego utworzyła się długa szczelina i powstało w ciągu kilku dekad około 25 dołów, ostatni z nich w roku 1995. Obszar ten został wybrany do badań ze względu na dość jednorodną powierzchnię, istnienie starych map górniczych tego rejonu oraz fakt, że przewidywane są dalsze ruchy terenu. Ponadto przez teren niechroniony filarem ochronnym biegnie ruchliwa droga.

Radon łatwo migruje z miejsc, w których powstaje, w gruncie czy skałach, do pustek podziemnych, gdzie następuje jego koncentracja. Daje to możliwość lokalizacji niejednorodności struktur podziemnych na podstawie wyników badań radonu w gruncie. W normalnych warunkach pustki poeksploatacyjne na głębokości 60 m nie mogą wpływać na stężenia radonu w gruncie na głębokości 1 metra, ale w efekcie osiadania, szczeliny w skałach mogą się rozwijać aż do powierzchni gruntu, a w konsekwencji można przewidywać lokalnie podwyższeń stężenia radonu w gruncie. Wykonano intensywne badania radonu w gruncie, wzdłuż 10 równoległych profili. Odległości pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi wzdłuż profili wynosiły 4 metry, w przypadku 8 profili odległość między profilami wynosiła 10 m, a dla dwóch ostatnich była większa i wynosiła 30 metrów.

Stężenia radonu zostały naniesione na mapę, co wykazało bardzo nieregularny i niejednorodny rozkład radonu na tym obszarze. Mapa, zamieszczona na rysunku 1, pokazuje te nieregularności. Można jednakże zaobserwować trend zmian ze wschodu na zachód, odpowiadający głównym kierunkom prowadzenia wyrobisk w pokładach rudy. Punkty o podwyższonych stężeniach radonu mogą być związane z miejscami o podwyższonym ryzyku osiadania, spowodowanym pękaniem i szczelinowaniem skał. Wyniki naszej pracy potwierdzają, że badania oparte na pomiarach stężenia radonu w gruncie mogą wnieść dodatkowe

informacje pozwalające określić ryzyko występowania ruchów terenu na obszarach pogórnich.



Rys. 1: Mapa rozkładu stężeń radonu (w Bq/m³)

77.

Naturally occurring radioactive material (NORM) assessment of oil and gas production installations in Nigeria

Występowanie naturalnych substancji promieniotwórczych (NORM) w instalacjach gazowych i naftowych w Nigerii

S.B. Elegba¹⁾, I.I. Funtua²⁾

¹⁾ Nigerian Nuclear Regulatory Authority (NNRA), Abuja, NIGERIA

²⁾ Centre for Energy Research and Training, Ahmadu Bello University, Zaria, NIGERIA, iifuntua@yahoo.com

Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) assessment was carried out at oil production platforms and gas processing units in Nigeria with the aim of establishing baseline levels and problem areas. The assessment consisted of external radiation measurements on production units, from the wellheads to the product outlets, sampling and gamma spectrometric analysis of scales and sludge from pig stations and of replaced pipes and vessels. The NORM levels on the installations and associated equipment ranged from 0.1 to 15 $\mu\text{Sv/h}$ and γ spectrometric analysis indicate the presence of ^{226}Ra , ^{214}Bi and ^{214}Pb in the scales and sludge having maximum concentration of 200 Bq/g. The levels may seem low but there is still the need to establish routine monitoring program for the Industry, which presently is non-existent.

★ ★ ★

Badania występowania naturalnych izotopów promieniotwórczych (NORM) zostały wykonane w rejonie platform naftowych i szybów gazowych na terenie Nigerii w celu określenia poziomu skażeń i obszarów, gdzie one występują. Badania polegały na pomiarach mocy dawki promieniowania gamma na powierzchniach instalacji, od głowic szybów aż do wylotów rurociągów. Pobierano także próbki osadów i szlamów z przepompowni oraz z usuniętych rur i zbiorników, które następnie badano metodami spektrometrii gamma. Analizy te wykazały

obecność substancji NORM w różnych częściach instalacji, gdzie moc dawki promieniowania gamma zmieniała się w zakresie od 0,1 do 15 $\mu\text{Sv/h}$ a wyniki badań spektrometrycznych wskazywały na obecność w osadach i szlamach izotopów ^{226}Ra , ^{214}Bi oraz ^{214}Pb w stężeniach sięgających 200 Bq/g. Poziomy skażeń nie wydają się być wysokie, jednak potrzebne jest wprowadzenie w tych gałęziach przemysłu rutynowego systemu monitoringu, który nie istnieje w chwili obecnej.

78.

Naturally occurring radionuclides in raw materials, products and waste in the steel industry

Naturalne pierwiastki promieniotwórcze w surowcach, materiałach i odpadach hutniczych

Hanna Firganek, Artur Żak, Jarosław Marcisz

Institute for Ferrous Metallurgy, K. Miarki 12, 44-100 Gliwice, POLAND,
hfirganek@imz.gliwice.pl

The Institute for Ferrous Metallurgy (IFM) activities in the field of the monitoring of the radioactive contamination in the steel industry are presented. The research was carried out in the framework of EUREKA "Intracem" project.

The aim of the activities is development of integrated radiation protection system for Polish steel industry (comprising staff, products, waste and environment). Definition of "steel industry" includes also other cooperating manufactures and companies i.e.: suppliers or producers of scrap, raw materials and refractory products.

The scope of interest includes both artificially and naturally occurring contaminating radionuclides (NORM).

The most often occurred radionuclides are: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{140}K . Their behaviour in the metallurgical processes depend on physico-chemical characteristics of the specific elements. NORM occur especially in the by-products (slag, dust, refractory waste).

Control levels for above mentioned radionuclides proposed by IAEA, commonly used in the metallurgy as "business acceptance level" are: steel – 0.1 Bq/g; slag/dust – 0.12 Bq/g.

The approach set out for NORM in the steel and steel co-operating facilities is made up of three steps:

- Identification of the contaminated materials recycling in the technological processes, radionuclides and its activity levels, and the activities, which may be concern, development of the database
- setting up appropriate means for monitoring exposure in the identified activities, and as necessary
- implementation of corrective measures and application of all or part of the radiation protection system appropriate for activities in which natural radioactive materials are used.

The first step of the above mentioned activities (results of the measurements) is reported in the paper. There were carried out measurements of several hundreds of the different

materials samples from Polish steel industry. They were: scrap, products, raw materials, refractories, mould fluxes, nozzles, dusts, recycling waste.

The measurements were carried out by laboratory radiation monitoring system EXPLORANIUM GR-320 Lab with LabSpec Analysis Software, developed for special requirements of the metal industry.

EXPLORANIUM supplies special calibration samples for slag, dust and other by-products analysis. The quantitative analysis is available currently for 6 radionuclides: Co-60, ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{232}Th , ^{241}Am , as those are the most common ones. All measurements results over 0.12 Bq/g are shown as "sample above limit".

About 30% of the measured samples are NORM (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) contaminated materials. The scope of the radioactivity varied between 0.15 Bq/g (slag, dust) and 2.0 Bq/g (mould fluxes, refractory mass and products, some of the constituents of the bed refractory masses). There were carried out the analysis of the possibility of the implementation of contaminated mould fluxes as a tracers of the surface non-metallic inclusions in steels.



W referacie przedstawiono prace prowadzone w Instytucie Metalurgii Żelaza w zakresie monitoringu radioaktywnych skażeń materiałów wsadowych dla hutnictwa, wyrobów i odpadów poprodukcyjnych, wykonane w ramach projektu EUREKA (INTRACEM).

Celem badań jest opracowanie dla polskiego hutnictwa stali i zakładów z nim współpracujących zintegrowanego systemu ochrony przed skażeniami radioaktywnymi, obejmującego miejsca pracy, procesy technologiczne, zagospodarowanie odpadów i ochronę środowiska.

Zakres prowadzonych prac dotyczy naturalnych i sztucznych źródeł skażeń. Najczęściej identyfikowanymi źródłami skażeń szeroko rozumianych materiałów hutniczych są izotopy: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{140}K . Ich zachowanie w procesie metalurgicznym i końcowa lokalizacja po zakończeniu procesu wytwarzania stali, zależy od własności fizykochemicznych danego pierwiastka. Naturalne pierwiastki promieniotwórcze w procesie stalowniczym przechodzą do żużli, pyłów i gazów. Znajduje się je także w przeznaczonych do zagospodarowania odpadach.

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej opracowała propozycje dopuszczalnych poziomów radioaktywności w wyrobach i odpadach hutniczych jako tzw. „business acceptance level”. Dla stali wartość ta wynosi 0,1 Bq/g, a dla żużli, pyłów i odpadów – 0,12 Bq/g.

Procedura analizy i opracowania zasad kontroli skażeń naturalnymi pierwiastkami promieniotwórczymi w hutnictwie i zakładach współpracujących obejmuje trzy podstawowe etapy:

- identyfikację materiałów skażonych podlegających recyklingowi w procesach technologicznych, określenie rodzaju występujących w nich izotopów promieniotwórczych i poziomu ich radioaktywności,
- dobór właściwych dla rodzaju prowadzonej działalności metod monitoringu radioaktywności,
- wprowadzenie skorygowanych zasad pomiaru i uruchomienie (w całości lub w części) zintegrowanego systemu ochrony właściwego dla zakresu prac prowadzonych z zastosowaniem surowców i/lub wyrobów o podwyższonym poziomie radioaktywności naturalnych pierwiastków promieniotwórczych.

W referacie zaprezentowano wyniki pomiarów wykonanych w Instytucie Metalurgii Żelaza w ramach pierwszego etapu opisanej wyżej procedury.

Zestaw badanych materiałów obejmował kilkaset prób różnych materiałów dostarczonych przez kilka hut i zakłady materiałów ogniotrwałych, w tym: złom, surówkę, koncentraty,

miały, grudki, kamień wapienny, koks, nawęglacze, żelazostopy, piaski formierskie, masy i wyroby ogniotrwałe, zasyпки do kadzi pośredniej i krystalizatorów, żuźle, pyły i szlamy.

Pomiary wykonano za pomocą spektrometru promieniowania gamma firmy Exploranium, typ GR 320 Lab, z oprogramowaniem Lab Spec, zaprojektowanego specjalnie do szybkiego oznaczania radioaktywności nieznanymi substancjami promieniotwórczymi w próbkach metali, żuźla, pyłów i popiołów. Spektrometr wyposażony jest w zestaw wzorców kalibracyjnych dla materiałów sypkich zawierających: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K i ^{241}Am .

Przekroczenie poziomu radioaktywności 0,12 Bq/g (dla żuźli i pyłów) sygnalizowane jest jako „próba poza zakresem”.

W zestawie badanych materiałów około 30% prób zawierało naturalne pierwiastki promieniotwórcze takie, jak: ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K o radioaktywności od 0,14 Bq/g – żuźle i pyły – do około 2 Bq/g – zasyпки, materiały i wyroby ogniotrwałe oraz niektóre surowce używane do produkcji tych wyrobów.

Wykorzystując wyniki pomiarów sprawdzono możliwość użycia radioaktywnej zasyпки jako naturalnego znacznika w badaniach źródeł powierzchniowych wtrąceń niemetalicznych stali.

79.

Analytical methods used for determining natural radionuclides in finnish drinking water

Metody analityczne dla oznaczania naturalnych radionuklidów w wodach pitnych w Finlandii

Pia Vesterbacka, Laina Salonen

Radiation and Nuclear Safety Authority, Laippatie 4, 00880 Helsinki, FINLAND
pia.vesterbacka@stuk.fi

Natural radioactivity in Finnish drinking water sources comes mainly from decay series of ^{238}U . Radon (^{222}Rn) has the greatest contribution to the radiation dose. The long-lived alpha-active isotopes of uranium (^{238}U and ^{234}U), polonium (^{210}Po) and radium (^{226}Ra) and beta-active lead (^{210}Pb) and radium (^{228}Ra from ^{232}Th series) isotopes cause high doses very rarely. For most of Finns, the radiation dose caused by natural radionuclides in drinking water is low. Only those people, who consume water from drilled wells, may obtain high doses via drinking water.

During the last 35 years STUK has studied radioactivity in drinking water that originate either from surface or ground water sources. Now more than 1000 waterworks, 8000 wells drilled in bedrock and 5000 wells dug in soil have been studied. The present database includes results from 50000 measurements or analyses.

^{222}Rn is measured with a liquid scintillation spectrometer in a homogeneous solution. Most samples coming for radon measurement are screened by gross alpha and beta measurements in order to find the occurrence of ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{40}K , ^{210}Pb and ^{228}Ra in water. Uranium (^{238}U , ^{234}U) and ^{226}Ra contents can be calculated from gross alpha spectrum fairly accurately for most of the samples. Nuclide specific analysis with radiochemical methods are carried out if more precise information of ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{210}Po or ^{210}Pb contents are required.

Measurements are nowadays carried out with the liquid scintillation spectrometers, Quantulus 1220TM (for gross alpha and beta, ^{210}Pb) and Guardian 1414TM (for radon and gross alpha) and with the alpha spectrometer, AlphaAnalystTM (for uranium and ^{210}Pb – ^{210}Po).

★ ★ ★

Naturalna promieniotwórczość wód pitnych w Finlandii jest spowodowana głównie obecnością izotopów z serii uranowej ^{238}U . Radon (^{222}Rn) wnosi największy udział do narażenia z tego źródła. Długożyciowe emitery promieniowania alfa, a więc izotopy uranu (^{238}U i ^{234}U), polonu (^{210}Po) i radu (^{226}Ra) jak też emitery promieniowania beta – izotop ołowiu (^{210}Pb) i radu (^{228}Ra z serii ^{232}Th); rzadko mogą powodować otrzymanie wysokich dawek. Dla większości populacji Finlandii, dawki pochodzące od naturalnych radionuklidów w wodach pitnych są niskie. Tylko ci ludzie, którzy konsumują wodę z zasobów podziemnych (studni), mogą tą drogą otrzymywać wyższe dawki.

Przez ostatnie 35 lat STUK badał promieniotwórczość w wodach pitnych, zarówno z ujęć powierzchniowych, jak i podziemnych. Zostało zbadanych ponad 1000 sieci wodociągowych, 8000 studni wydrążonych w skałach oraz 5000 studni wykopanych w gruncie. Obecnie nasza baza danych zawiera wyniki ponad 50 000 pomiarów i analiz.

^{222}Rn jest mierzony w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym w postaci próbek jednorodnych. W większości próbek przeznaczonych do pomiaru radonu oznaczana jest także całkowita aktywność alfa i beta w celu stwierdzenia, czy występują w nich izotopy ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{40}K , ^{210}Pb oraz ^{228}Ra . Stężenie uranu (^{238}U , ^{234}U) i ^{226}Ra może być dość dokładnie oznaczone na podstawie widma promieniowania alfa w większości z badanych próbek. Analiza stężeń wybranych radionuklidów z zastosowaniem preparatyki radiochemicznej jest wykonywana, jeżeli wymagane są dokładniejsze dane o stężeniach ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{210}Po czy ^{210}Pb .

Pomiary są obecnie wykonywane z wykorzystaniem różnych spektrometrów scyntylacyjnych. I tak: Quantulus 1220TM używany jest do pomiarów całkowitej aktywności alfa i beta oraz ^{210}Pb , Guardian 1414TM wykorzystuje się do pomiarów radonu i całkowitej aktywności alfa, natomiast spektrometr alfa AlphaAnalystTM do oznaczeń uranu i ^{210}Pb – ^{210}Po .

80.

Radium leaching from mine deposits as a possible source of groundwater contamination

Wymywanie radu z osadników kopalnianych jako możliwe źródło skażeń wód gruntowych

Stanisław Chałupnik

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, POLAND, s.chalupnik@gig.katowice.pl

Saline waters occurring in underground coal mines in Poland often contain natural radioactive isotopes, mainly ^{226}Ra from uranium series and ^{228}Ra from thorium series. Approximately 40% of total amount of radium remains underground in a form of radioactive deposits, but 225 MBq of ^{226}Ra and 400 MBq of ^{228}Ra are released daily to the rivers with mine effluents through surface settling ponds. Very peculiar situation is observed in coal mines, where as a result of precipitation of radium from radium-bearing waters radioactive

deposits are formed. Sometimes natural radioactivity of such materials is very high, in case of scaling from coal mines radium concentration may reach 400 000 Bq/kg – similar activity as for 3% uranium ore. Usually such deposits can be found underground, but sometimes co-precipitation of radium and barium takes place on the surface, in settling pond and in rivers. Therefore maintenance of solid and liquid waste with technologically enhanced natural radioactivity (TENORM) is a very important subject.

Lately another problem appeared – due to the decrease of the production of Polish coal industry and dismantling of several coal mines, also the ground reclamation should be done in their vicinity. But in several cases deposits in the ponds contain enhanced levels of radium concentration. Therefore laboratory tests were done to investigate a possibility of the re-entry of radium into groundwater or river waters from such deposits. Results show, that in case of insoluble barium and radium sulphates co-precipitated out from waters type A, re-entry ratio is very small. Different situation can be observed in case of radium, adsorbed on bottom sediments from waters type B, because re-entry ratio is much higher. Nevertheless, this phenomenon seems to be not so important and significant for the further pollution of the adjacent areas of the settling ponds in the future.



Słone wody występujące w kopalniach węgla kamiennego na Górnym Śląsku często zawierają naturalne izotopy promieniotwórcze, a przede wszystkim izotopy radu – ^{226}Ra i ^{228}Ra . Stężenia ^{226}Ra w wodach dopływających do wyrobisk podziemnych mogą sięgać nawet 390 kBq/m^3 , podczas gdy stężenia tego izotopu w wodach powierzchniowych zazwyczaj nie przekraczają $0,1 \text{ kBq/m}^3$. Tak wysokie stężenia radu, jakie występują w polskich kopalniach, są rzadko spotykane w przyrodzie, a ich odprowadzanie na powierzchnię powoduje skażenia środowiska naturalnego.

Obecnie przemysł węglowy zmniejsza swoje wydobycie i zamykane są kolejne kopalnie. Pozostają po nich osadniki powierzchniowe, w których nagromadzone są nieraz bardzo duże ilości osadów o podwyższonej promieniotwórczości. Problem wtórnego wymywania radu z osadów kopalnianych jest problemem bardzo słabo rozpoznanym. Najnowsze badania sugerują, że może mieć on duży wpływ na narażenie radiacyjne osób, zamieszkujących w sąsiedztwie likwidowanych osadników. Ze względu na okres połowicznego zaniku ^{226}Ra , wynoszący 1620 lat, efekt ten może występować w bardzo długim okresie. Z tego powodu określenie znaczenia i natężenia tego procesu dla osadów o podwyższonej zawartości izotopów radu wydaje się bardzo istotne. Konieczne wydaje się więc zbadanie procesów przechodzenia izotopów radu z fazy stałej do ciekłej dla różnego typu osadów – powstałych na skutek wytrącania się radu z barm w postaci siarczanów (np. Zbiornik Rontok przy KWK Silesia) czy też będących efektem adsorpcji radu na osadach dennych z wód bezbarowych (np. osadnik Bojszowy przy KWK Piast). Problem ten jest tym bardziej palący, że kopalnie te w niedługiej przyszłości mają zamiar zlikwidować swoje osadniki. Izotopy radu mogą, przy zmianie zasolenia i składu chemicznego wód w ich otoczeniu, być wymywane, co prowadzić może do skażeń terenów przyległych do kopalnianych osadników wód dołowych. Dlatego konieczne jest opracowanie odpowiednich metod rekultywacji terenów, gdzie występują takie osady, przede wszystkim zaś likwidowanych osadników kopalnianych.

81.**Measurement of short-lived radon daughters in Polish mines****Monitorowania zagrożeń ze strony krótkożyciowych produktów rozpadu radonu w kopalniach**

Krystian Skubacz, Antoni Mielnikow

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarkow 1, POLAND, k.skubacz@ig.katowice.pl

Obligatory measurements of the potential alpha energy concentration of short-lived radon daughters have been performing in the Polish underground mines since 1989 year. In consideration of economical aspects, it is attempted from the very beginning to combine it with measurements of the dust concentration. Therefore the developed measuring units were an integral part of the dust samplers complying the requirements of the State Mining Authority to apply it in underground mines. This way the developed devices could fulfil two measurement tasks simultaneously: measurement of the dust concentration and potential alpha energy concentration of short-lived radon daughters. The new device based on the thermoluminescence detectors is able to co-operate with the SKC universal pumps equipped with a cyclone making it possible to operate constantly for a one working day. The lower limit of detection was equal about $0.04 \mu\text{J}/\text{m}^3$ at a 95% confidence level and 1-hour pumping.

★ ★ ★

W polskich podziemnych zakładach górniczych od 1989 roku prowadzi się obligatoryjne pomiary stężenia energii potencjalnej alfa krótkożyciowych produktów rozpadu radonu. Ze względu na aspekty ekonomiczne pomiary te od samego początku próbuje się powiązać z pomiarami zapylenia, dlatego też skonstruowane głowice pomiarowe stanowiły integralną część pyłomierzy dopuszczonych do stosowania w trudnych warunkach środowiskowych występujących w podziemnych zakładach górniczych. Powstałe w ten sposób przyrządy spełniają jednocześnie dwa zadania pomiarowe: pomiar zapylenia oraz pomiar stężenia energii potencjalnej alfa krótkożyciowych produktów rozpadu radonu. Nowe urządzenie, w którym wykorzystano detektory termoluminescencyjne, może współpracować z pyłomierzem firmy SKC oraz Two-Met wyposażonymi w cyklony i pozwalającym na nieprzerwaną pracę w przeciągu jednej dniówki roboczej. Limit detekcji dla jednogodzinnego pomiaru i dla poziomu ufnosci 0,95 wyniósł $0,04 \mu\text{J}/\text{m}^3$.

82.**Radium removal from mine waters – underground treatment installation****Usuwanie radu z wód kopalnianych – podziemna instalacja oczyszczania**

Małgorzata Wysocka, Stanisław Chałupnik, Elżbieta Molenda

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, POLAND, m.wysocka@ig.katowice.pl

In underground coal mines in the Upper Silesian Coal Basin there are inflows of highly mineralised waters containing radium isotopes. These waters cause radioactive pollution of the natural environment in mining areas. Therefore cleaning of saline waters of radium is very important. Two types of radium-bearing waters were distinguished – one type containing radium and barium ions, but no sulphates (type A) and another one in which radium and sulphate ions are present but no barium (type B).

A very efficient and inexpensive method of purification of saline waters of Ba^{2+} and Ra^{2+} ions was developed and implemented in two coal mines. As the result of used technology, based on application of phosphogypsum as the cleaning agent, a significant decrease of radium discharge was achieved – daily of about 120 MBq of ^{226}Ra and 80 MBq of ^{228}Ra .

Another type of radium waters does not contain barium ions, but contains sulphate ions SO_4^{2-} . There is no carrier for co-precipitation of radium so radium is transported with discharged waters to main rivers. Different method of purification from radium must be applied for such waters. Laboratory and field experiments were performed, and a cleaning method was chosen. For purification of saline waters – waste products from other industrial processes are applied. The method of purification has been applied in full technical scale in coal mine with very good results – of about 6 m³/min of radium-bearing waters is cleaned. Whole this process takes place in underground old workings without any contact of mining crew with radioactive deposits, which are produced during the process. As a result radium amount released to the natural environment was significantly diminished – approximately of about 90 MBq of ^{226}Ra per day and 150 MBq of ^{228}Ra .



Skażenia środowiska naturalnego wokół kopalń, powodowane przez izotopy radu, pochodzące z wód kopalnianych, jak również przepisy dotyczące odpadów, spowodowały konieczność podjęcia badań nad możliwością oczyszczania wód kopalnianych z radu. W pierwszej kolejności zajęto się wodami radowymi typu A, a więc zawierającym również jony baru. Oczyszczanie takich wód okazało się bowiem prostsze niż oczyszczanie wód bezbarowych (typu B).

W wodach radowych typu B nie ma bowiem jonów baru, a więc brak jest nośnika dla wytrącania radu w postaci siarczanu. Konieczne było znalezienie substancji (tzw. sorbentów), pozwalających na usuwanie radu z tych wód. Wykonano badania możliwości oczyszczania wód kopalnianych z radu, zaprojektowano i wykonano elementy systemu oczyszczania. Następnie przeprowadzono rozruch Centralnej Stacji Oczyszczania Wód Kopalnianych z radu dla wód z poziomu 650 metrów w KWK PIAST. Jest to unikalna, pierwsza na świecie tego typu instalacja, przeznaczona do oczyszczania z radu wód radowo-siarczanowych i wykonana w pełnej skali technicznej w kopalni nieuranowej. Stacja ta działa już od trzech lat (rozruch przeprowadzono w maju 1999 r.) i wyniki oczyszczania wód radowych są co najmniej zadowalające. Efekty ekologiczne oczyszczania wód w kopalni Piast są znaczące – ładunek radu zrzucanego przez kopalnię do środowiska naturalnego zmalał o ponad 60% w stosunku do stanu przed oczyszczaniem (o około 120 MBq na dobę). Doświadczenia, zdobyte w trakcie wdrożenia i podczas eksploatacji stanowiska wskazują na bardzo ważną rolę czynnika ludzkiego, czyli stosunku załogi do pełnienia obowiązków. Praca została nagrodzona przez Ministerstwo Środowiska i Prezydenta RP.

Radium balance in discharge waters from coal mines in Upper Silesia region

Wpływ odprowadzania wód radowych z kopalń na skażenia w środowisku naturalnym

Stanisław Chałupnik, Małgorzata Wysocka, Antoni Mielnikow, Bogusław Michalik,
Jan Skowronek

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarkow 1,
POLAND, s.chalupnik@gig.katowice.pl

Saline waters from underground coal mines in Poland often contain natural radioactive isotopes, mainly ^{226}Ra from the uranium decay series and ^{228}Ra from the thorium series. Approximately 60% of the total amount of radium remains underground as radioactive deposits, but 120 MBq of ^{226}Ra and 200 MBq of ^{228}Ra are released daily into the rivers along with the other mine effluents from all Polish coal mines. Technical measures such as inducing the precipitation of radium in gobs, decreasing the amount of meteoric inflow water into underground workings etc., have been undertaken in several coal mines, and as a result of these measures the total amount of radium released to the surface waters has diminished by about 60% during the last 5–6 years.

Mine water can have a severe impact on the natural environment, mainly due to its salinity. However associated high levels of radium concentration in river waters, bottom sediments and vegetation have also been observed. Sometimes radium concentrations in rivers exceed 0.7 kBq/m^3 , which is the permitted level for waste waters under Polish law. The extensive investigations described here were carried out for all coal mines and on this basis the total radium balance in effluents has been calculated. Measurements in the vicinity of mine settling ponds and in rivers have given us an opportunity to study radium behaviour in river waters and to assess the degree of contamination.



Kopalnie węgla kamiennego powodują czasem promieniotwórcze skażenia ze względu na odprowadzanie przez nie wód radowych do osadników powierzchniowych, a stamtąd do rzek. W roku 1986 wprowadzono przepis, nakazujący kopalniom monitoring naturalnych izotopów promieniotwórczych w wodach zrzutowych i w ciekach powierzchniowych poniżej punktów zrzutu. Jednak kontrola stężeń izotopów radu w wodach rzecznych jest prowadzona jedynie okazjonalnie. Takie badania były prowadzone przez Laboratorium Radiometrii GIG w latach 1993–1994 w ramach grantu celowego. Od tego czasu sytuacja uległa znaczącej zmianie – w niektórych kopalniach wprowadzono metody ograniczania dopływów wód słonych do wyrobisk podziemnych, w innych zastosowano technologie usuwania radu w wyrobiskach podziemnych, a część kopalń została po prostu zlikwidowana. Stąd potrzeba powtórzenia badań środowiskowych w rzekach na terenie Śląska. Powiązanie wyników pomiarów stężeń radu w wodach rzecznych z wynikami systematycznego monitoringu w wodach zrzutowych kopalń w latach 2002 i 2003 pozwoliło na powtórne wykonanie bilansu izotopów radu odprowadzanych do środowiska naturalnego. Umożliwiło to ocenę efektywności działań, podjętych przez kopalnie w celu obniżenia czy wręcz zaprzestania dalszego zanieczyszczania środowiska naturalnymi izotopami promieniotwórczymi.

Theoretical study of radium behaviour in aquifers

Teoretyczne studium zachowania się radu w warstwach wodonośnych

Stanisław Chałupnik

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarkow 1, POLAND s.chalupnik.@gig.katowice.pl

In the paper, a theoretical approach to the problem of radium presence in mineralized mine water, is presented. Two main types of radium-bearing waters have been found in Polish coal mines. In type A waters, radium isotopes are present together with barium, while concentrations of sulphate ions are very low. Additionally, in these waters a ratio of ^{226}Ra : ^{228}Ra activity is usually higher than 1. In type B waters, no barium can be found, but radium together with sulphate ions. Contrary, in such waters the isotopic ratio of radium ^{226}Ra : ^{228}Ra is below 1, and activities of both isotopes of radium are lower as in type A waters. No other differences in chemical composition of mine waters have been observed.

Analysis shows, that the activity ratio of radium isotopes is related to the dynamics of radium adsorption on the grains of solid phase in the aquifer. During analysis must be taken into account, that the radium build up in formation water due to recoil effect, is stable in time. Additionally, no correlation with elevated concentrations of uranium and thorium in rocks, have been observed. Therefore the enhanced radium content in formation waters must be caused by its mineralization.

The relatively short half life of ^{228}Ra (6 years) shows, that the process of radium transfer from solid into liquid phase is a short term process for geological scale. Therefore radium content in mine waters must be related to the concentration of natural radionuclides in the close vicinity of the aquifer or the water reservoir.



Praca jest próbą analizy, dlaczego słone wody w kopalniach GZW dzielą się na dwa typy o różnym stosunku stężeń izotopów radu (^{226}Ra i ^{228}Ra), co prawdopodobnie jest związane z obecnością czy też brakiem jonów baru. Poza tymi cechami oraz dodatkowo obecnością czy brakiem jonów siarczanowych (co powiązać można jednoznacznie z obecnością czy brakiem baru) wody takie nie wykazują innych różnic w składzie chemicznym. Dodatkowo wody nie zawierające jonów baru charakteryzują się znacząco niższymi stężeniami izotopów radu od wód, w których jony baru występują.

Wydaje się, że spowodowane to jest różnicami wtórnej sorpcji radu na powierzchni ziaren fazy stałej w warstwie wodonośnej, a nie ma to nic wspólnego z szybkością przechodzenia radu z fazy stałej do ciekłej (odrzutem jąder radu przy ich powstawaniu wskutek rozpadu izotopów toru). Należy podkreślić, że występowanie podwyższonych stężeń radu w wodach kopalnianych, czy nawet gruntowych, nie ma zazwyczaj żadnego związku z podwyższonymi stężeniami uranu czy toru w skałach, tworzących warstwę wodonośną czy w ich sąsiedztwie. Można to natomiast wiązać z podwyższoną mineralizacją wód, a zwłaszcza obecnością baru.

Drugim aspektem problemu jest fakt, że okres połowicznego zaniku ^{228}Ra (około 6 lat) pozwala na znaczące ograniczenie horyzontu czasowego zachodzących zjawisk. Potwierdza on, że przechodzenie tego izotopu radu do wód zachodziło w okresie co najwyżej kilkunastu czy kilkudziesięciu lat od chwili obecnej. Nie można jednak wykorzystywać tego zjawiska do prób interpretacji pochodzenia słonych wód kopalnianych.

Radium behaviour during desalination processes of mine waters

Zachowanie się radu podczas procesów odsalania wód kopalnianych

Stanisław Chałupnik, Krystian Skubacz

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1,
POLAND, s.chalupnik@gig.katowice.pl

In 80's and 90's investigations of radium behaviour in desalination plant have been performed by Laboratory of Radiometry of the Central Mining Institute. This plant has been located in Dębieńsko Mine for complete removal of dissolved solids from mineralized mine waters. The installation was a very unique solution, the only one constructed for such purposes in Poland and all over the world. In the plant brines from two coal mines have been treated. These salty waters were additionally radium bearing ones, containing enhanced levels of radium isotopes (^{226}Ra and ^{228}Ra). Our investigation showed enhanced concentrations of radium in different waste materials and by-products of the process. Therefore the economical use of such products wasn't possible.

In last years a plan of the construction of the desalination plant for another group of mines was under the discussion (Piaś and Ziemowit Collieries). Results of investigations of contamination of the natural environment, caused by radium-bearing waters from these mines, indicated how severe this problem was. To solve this influence, the removal of radium in underground galleries has been applied in one of these mines.

On the basis of previous investigations in Dębieńsko Desalination Plant, an analysis of radium behaviour in planned installation has been prepared. It was done for two possible scenarios – without and with radium removal from mine waters, preceded the desalination process. Results of the analysis are presented in the paper. This assessment gives a very good opportunity to point out how important may be radium removal from mine waters – not only to minimize environmental pollution but also to enable utilization of certain products of desalination process.



W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych Laboratorium Radiometrii Głównego Instytutu Górnictwa prowadziło badania zachowania się radu w instalacji odsalania wód przy KWK Dębieńsko. Był to jedyny zakład odsalania wód kopalnianych w Polsce. W instalacji tej odsalane były wody słone z kopalń Dębieńsko i Budryk, zawierające nieco podwyższone stężenia izotopów radu. Wyniki badań wykazały, że w niektórych produktach i odpadach procesu odsalania stężenia radu są podwyższone. Planowana budowa zakładu odsalania wód z kopalń Piaśń i Ziemowit, jak i wyniki badań skażeń środowiska naturalnego izotopami radu, pochodzącymi z wód kopalnianych stały się bodźcem do podjęcia badań nad możliwością oczyszczania takich wód z radu. Nie można było zastosować w tym przypadku metody opracowanej dla wód radowych typu A, zawierających również jony baru. Oczyszczanie takich wód jest prostsze niż oczyszczanie wód bezbarwowych (typu B). W wodach radowych typu B nie ma jonów baru, a więc brak nośnika dla wytrącania radu w postaci siarczanu. Konieczne było znalezienie substancji (tzw. sorbentów), pozwalających na usuwanie radu z tych wód. Wykonano badania możliwości oczyszczania wód kopalnianych z radu, zaprojektowano i wykonano elementy systemu oczyszczania. Następnie przeprowadzono rozruch Centralnej Stacji Oczyszczania Wód Kopalnianych z radu dla wód z poziomu 650 metrów w KWK

PIAST. Jest to unikalna, pierwsza na świecie tego typu instalacja, przeznaczona do oczyszczania z radu wód typu B (bezbarytowych) i wykonana w pełnej skali technicznej w kopalni nieuranowej. Stacja ta działa już od kilku lat (rozruch przeprowadzono w maju 1999 r.) i wyniki oczyszczania wód radowych są bardzo zadowalające. Efekty ekologiczne oczyszczania wód w kopalni Piast są znaczące – ładunek radu zrzucanego przez kopalnię do środowiska naturalnego zmalał o ponad 60% w stosunku do stanu przed oczyszczaniem (o około 120 MBq na dobę).

W referacie przedstawiona zostanie analiza zawartości radu w produktach i odpadach procesu odsalania wód kopalń Ziemowit i Piast dla wariantów z prowadzonym oczyszczaniem wód z radu i bez tego procesu. Ma ona uzmysłowić, jak ważne jest prowadzenie oczyszczania wód kopalnianych z radu, nie tylko z punktu widzenia ochrony środowiska wokół kopalń.

86.

Investigations of surface settling pond

Badania skażeń promieniotwórczych w rejonie likwidowanego osadnika kopalnianego

Małgorzata Wysocka, Stanisław Chałupnik

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, POLAND m.wysocka@gig.katowice.pl

One of the problems, which may appear during ground reclamation of surface settling ponds of underground mines, is enhanced radon exhalation from bottom sediments. This problem would become more important, when concentration of radium isotopes in sediments is enhanced due to discharge of radium-bearing waters into pond. For investigations, special radon accumulation chambers have been designed and constructed. Concentration of radon in these chambers can be measured with application of Lucas cells or activated charcoal detectors. In the latter method radon is extracted from charcoal into liquid scintillator and such sample is measured in liquid scintillation spectrometer. Therefore the lower limit of detection (LLD) of the second method is as low as $0.1 \text{ mBq/m}^2 \cdot \text{s}$, while the LLD for Lucas cells is only $1.5 \text{ mBq/m}^2 \cdot \text{s}$.

Mentioned above methods of measurements of radon exhalation have been applied for investigations of surface settling pond of one Polish coal mines, abandoned and emptied at the beginning of year 2002. An agreement of the mine's management and the local authority is to make the ground reclamation of the pond. A thick layer of sediments with enhanced concentration of radium isotopes covers the pond's bottom. Maximum concentration of radium isotopes in these sediments is as high as 2.0 kBq/kg for ^{226}Ra and respectively up to 4.0 kBq/kg in case of ^{228}Ra . Two years after the complete release of brines from the pond, bottom sediments are still soaked with water. Therefore measurements of radon in soil gas weren't possible. On the other hand, in some parts of the pond investigations of radon exhalation coefficient were done. Preliminary results of measurements, done in 2002 year, showed that in specific sites of the pond, radon exhalation rates were higher as the highest values of radon exhalation from the ground in Upper Silesia region. Values of exhalation coefficient up to $200 \text{ mBq/m}^2 \cdot \text{s}$ have been found. It must be pointed out, that preliminary measurements were done in period, when water

has been only partly removed from the pond and further dry-up of sediments should lead to the increase of radon exhalation.

Data from the year 2003 confirm this assumption. During this period water content in the bottom sediments has been significantly lower as previously and results of measurements of radon exhalation were sometimes above 300 mBq/m²·s.

Vegetation transgression into the pond occurred during year 2003, mainly weeds. Samples of vegetation have been collected from this area to measure radium isotopes content and calculate transfer factors for radium isotopes. Very high concentrations of radium isotopes have been found at several sites. Another reason of the pollution might be the leaching of radium from sediments and contamination of groundwater.

Therefore mentioned above sources of radiation hazard must be taken into account for planning and designing of reclamation operations for surface settling ponds of underground mines.



Jednym z problemów, jakie mogą się pojawić w czasie rekultywacji osadników kopalnianych, jest wzmożona ekshalacja radonu z osadów dennych tych zbiorników. Problem staje się poważny, gdy stężenia izotopów radu w osadach są podwyższone na skutek zrzutów solanek kopalnianych, zawierających rad. Do badań tego zjawiska opracowano specjalne komory akumulacyjne, za pomocą których badane są współczynniki ekshalacji radonu z osadów i gruntów. Pomiar stężenia radonu w komorach wykonuje się za pomocą komór Lucasa lub kanistrów z węglem aktywnym. W przypadku użycia detektorów węglowych, radon jest następnie ekstrahowany z nich do ciekłego scyntylatora, a pomiar wykonuje się w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym. Zapewnia to wysoką czułość metody i próg detekcji dla detektorów węglowych wynoszący 0,1 mBq/m²·s dla komór Lucasa jest znacznie wyższy – około 1,5 mBq/m²·s.

Opisana metoda pomiaru ekshalacji radonu z gruntu została zastosowana w badaniach jednego z osadników kopalnianych, znajdującego się w fazie likwidacji i opróżnionego na początku 2002 roku. Kopalnia wykorzystująca osadnik i władze lokalne są w trakcie uzgadniania metody rekultywacji osadnika. W samym osadniku znajduje się gruba warstwa osadów dennych, które zawierają podwyższone stężenia izotopów radu. Maksymalne stężenie radu w osadach sięga 2,0 kBq/kg w przypadku ²²⁶Ra i odpowiednio 4,0 kBq/kg dla ²²⁸Ra. Mimo upływu ponad dwóch lat od opróżnienia osadnika, osady denne są ciągle nasycone wodą i dlatego nie było możliwe wykonanie pomiarów stężenia radonu w gruncie, natomiast udało się wykonać pomiary współczynnika ekshalacji. Wstępne wyniki badań z 2002 roku wskazywały, że w niektórych miejscach współczynniki te były wyższe niż najwyższe wartości ekshalacji z gleb na terenie Śląska. Maksymalne wartości ekshalacji przekraczały poziom 200 mBq/m²·s. Należy podkreślić, że pomiary te wykonywano w okresie, gdy część zbiornika była jeszcze pokryta wodą, a dalsze jego wysychanie spowodowało wzrost ekshalacji radonu z osadów.

Kontynuacja badań w roku 2003 potwierdziła te przypuszczenia. Poziom wód w zbiorniku obniżył się w tym okresie znacząco i w pomiarach współczynnika ekshalacji uzyskano wartości ponad 300 mBq/m²·s.

W roku 2003 zaobserwowano również sukcesję roślinności na terenie osadnika. Pobrano próbki różnych roślin dla oznaczenia stężeń izotopów radu i określenia współczynników transferu radu z osadów do roślin. Wysokie stężenia radu w próbkach roślinnych zostały zmierzone w kilku punktach poboru. Osady denne osadnika zawierają słabo związany rad, zaadsorbowany na ilastych osadach z wód typu B i stąd biodostępność izotopów radu jest wyższa niż w innych przypadkach.

Dlatego podczas projektowania procesów rekultywacji tego typu osadników trzeba wziąć pod uwagę wspomniane wyżej procesy i dostosować projekt do występującego zagrożenia radiacyjnego na takich terenach.

87.

Radon in some caves of Krakow-Czestochowa Jurassic Upland

Radon w wybranych jaskiniach Jury Krakowsko-Częstochowskiej

Jan Skowronek, Małgorzata Wysocka, Michał Giebel

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarkow 1, POLAND, j.skowronek@gig.katowice.pl

Radon levels in caves and migration processes have been investigated worldwide from many years. In Poland, contrary, there is no systematic measurements in caves, except Lower Silesia region [3], although radon levels may reach several kBq/m³ in particular caves – see tabel below.

Cave	²²² Rn (kBq/m ³)
Bear's Cave (Poland) [3]	1.3
Gyokusen-do (Japan) [3]	1.5
Postojna Cave (Slovenia) [2]	2.3
Mitchelstown Cave (Ireland) [1]	3.1
Altamira (Spain) [3]	3.2

In the papers results of radon investigations in chosen caves of Kraków-Częstochowa Upland are presented. Measurements have been performed during summer of year 2003, from June to September. Different caves have been chosen for our investigations – turistic ones with easy access, and caves with difficult access, where specialistic speleological devices must be used. From geological point of view, caves located on the Upland were developed in karstic processes in Upper Jurassic limestones.

Maximum radon concentration has been found in Strasykowa Góra Cave – 7.3 kBq/m³, while lowest concentrations were measured in Zielona Góra Cave (near Częstochowa) – 0.015 kBq/m³. A correlation between geological structure and radon concentration in caves has been found. Usually higher radon concentrations have been measured in caves, where tectonic deformations were negligible and roof rocks weren't weathered and fissured. An example of such type is mentioned earlier Strasykowa Góra Cave, which walls and roofs are cemented by calcite, filling and insulating all fissures.

Opposite situation can be seen in caves, developed along huge fissured faults. Examples of such caverns are Piętrowa Szczelina Cave, Maćwody Cave, Głęboka Cave or Zielona Góra Cave, where thickness of roof rocks is several meters only, moreover these rocks are strongly weathered, therefore radon concentrations are low.

Till now, no correlation between radon levels and depth of particular caves has been found. Very important problem is to pay special attention to caves with easy access. In the Upland area 5 turistic caves are located and several others with very easy access, but in no caves regular radon monitoring is done.

References

- [1] Duffy J.T., Madden J.S., Mackin G.M., McGarry A.T. (1996). A reconnaissance survey of radon in show caves in Ireland. *Environment International*, 22, 415-423.
- [2] Jovanovic P. (1996). Radon measurements in karst caves in Slovenia. *Environment International*, 22, 429-432.
- [3] Przylibski T. (1999). Radon concentration changes in the air of two caves in Poland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 45, 81-94.



Radon jest promieniotwórczym gazem szlachetnym, powstającym w wyniku rozpadu promieniotwórczego radu. Sam radon nie stanowi dla człowieka dużego zagrożenia, jednakże w wyniku jego rozpadu powstają krótkożyłowe izotopy polonu, bizmutu i ołowiu stanowiące poważne źródło narażenia radiacyjnego.

Od wielu lat prowadzi się na świecie badania nad występowaniem radonu w jaskiniach oraz mechanizmami jego migracji. W Polsce, za wyjątkiem obszaru dolnośląskiego [3], nie prowadzi się systematycznych pomiarów stężeń radonu w jaskiniach, choć stężenie może osiągać w nich wartości dochodzące do kilku kBq/m^3 – patrz poniższa tablica.

Nazwa jaskini	^{222}Rn (kBq/m^3)
Jaskinia Niedźwiedzia (Polska) [3]	1,3
Gyokusen-do (Japonia) [3]	1,5
Postojna (Słowenia) [2]	2,3
Mitchelstown Cave (Irlandia) [1]	3,1
Altamira (Hiszpania) [3]	3,2

W artykule przedstawiono wyniki badań stężenia radonu w wybranych jaskiniach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Pomiary przeprowadzono w okresie letnim (od czerwca do września) 2003 roku. Badaniami zostały objęte jaskinie ogólnodostępne oraz trudnodostępne, których eksploracja wymagała użycia specjalistycznego sprzętu speleologicznego. Pod względem geologicznym, jaskinie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej są obiektami wykształconymi w wapieniach górnej jury w wyniku działania procesów krasowych. Pomiary stężenia radonu przeprowadzono metodami pasywnymi (z zastosowaniem detektorów śladowych) oraz aktywnymi (komory Lucasa). Dokonano również pomiaru stężenia energii potencjalnej alfa z zastosowaniem radiometru górniczego RGR-40.

Maksymalną wartość stężenia radonu zmierzono w Jaskini w Straszynowej Górze ($7,3 \text{ kBq/m}^3$), natomiast minimalną w Jaskini w Zielonej Górze k. Częstochowy ($0,015 \text{ kBq/m}^3$). Zauważono również korelację pomiędzy budową geologiczną, a stężeniami radonu w badanych jaskiniach. Jaskinie charakteryzujące się wysokimi wartościami stężenia radonu w powietrzu, cechowały się niewielkim zaangażowaniem tektoniki w ich ogólną budowę geologiczną i słabym spękaniami skał stropowych. Przykładem jest Jaskinia w Straszynowej Górze o meandrującym przebiegu, której ściany są scementowane spoiwem kalcytowym, wypełniającym i uszczelniającym szczeliny.

Odmierna sytuacja ma miejsce w jaskiniach wykształconych na dużych szczelinach uskokowych. Do jaskiń tego typu zalicza się Jaskinia Piętrowa Szczelina, Jaskinia Mąciwody, Jaskinia Głęboka oraz Jaskinia w Zielonej Górze, gdzie niewielka, sięgająca kilku metrów, miąższość skał stropowych oraz liczne spękania uniemożliwiają występowanie wysokich koncentracji radonu.

Nie stwierdzono na obecnym etapie badań korelacji pomiędzy zawartością radonu w powietrzu jaskiniowym, a głębokością i deniwelacją obiektów jaskiniowych.

W świetle otrzymanych wyników wydaje się konieczne zwrócenie szczególnej uwagi na jaskinie, w których odbywa się ruch turystyczny. Na obszarze jurajskim jest pięć jaskiń turystycznych i kilkadziesiąt ogólnie dostępnych, lecz w żadnej nie jest prowadzony stały monitoring koncentracji radonu w powietrzu jaskiniowym.

Literatura

- [1] Duffy J.T., Madden J.S., Mackin G.M., McGarry A.T. (1996). A reconnaissance survey of radon in show caves in Ireland. *Environment International*, 22, 415-423.
- [2] Jovanovic P. (1996). Radon measurements in karst caves in Slovenia. *Environment International*, 22, 429-432.
- [3] Przylibski T. (1999). Radon concentration changes in the air of two caves in Poland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 45, 81-94.

88.

NORM legislation in Poland

Problematyka NORM w prawie polskim

Jan Skowronek

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, POLAND, j.skowronek@gig.katowice.pl

Polish Parliament (Sejm) established November 29, 2000 year new Atomic law, changing it significantly many regulations in compliance with EU law. Atomic Law is in force since January 1, 2002 year.

In this act the regulations of peaceful appliance of the atomic energy, real and potential risk due to the ionizing radiation from the artificial sources of radiation or nuclear materials, nuclear wastes and used nuclear fuel. The regulations of the nuclear safety, radioprotection of human and environment has been described in this act, too.

In July 2001 year, Sejm changed significantly Polish Geological and mining law. This act is valid since January 1, 2002 year. In this act the regulations for the radioprotection of workers from natural sources of ionizing radiation were significantly modified.

In this paper these new regulations are described with a special emphasis on the lack of detailed regulations as regards of the mining wastes with enhanced natural radioactivity.



W dniu 29 listopada 2000 roku Sejm uchwalił ustawę Prawo Atomowe zmieniając istotnie wiele jego zapisów i dostosowując wymagania do prawa europejskiego. Ustawa weszła w życie 1 stycznia 2002 roku. W ustawie określono przepisy dotyczące pokojowego wykorzystania energii jądrowej, rzeczywistego i potencjalnego zagrożenia promieniowaniem jonizującym ze źródeł sztucznych lub materiałów jądrowych, odpadów promieniotwórczych i zużytego paliwa jądrowego. Wymogi bezpieczeństwa jądrowego, ochrony radiologicznej ludzi i środowiska zostały również uwzględnione w ustawie.

W lipcu 2001 r. Sejm znówelizował ustawę Prawo geologiczne i górnicze zmieniając ją zasadniczo. Obowiązuje ona od 1 stycznia 2002 r. Z tych powodów wymagania dotyczące

zagrożenia naturalnymi substancjami promieniotwórczymi zostały zmodyfikowane w istotny sposób.

W niniejszym artykule opisano nowe przepisy dotyczące ochrony przed naturalnymi źródłami promieniowania jonizującego. Zostały one wprowadzone w postaci aktów wykonawczych do Prawa geologicznego i górniczego. Omówiono również wymagania prawa europejskiego w tym zakresie. Podkreślono brak uregulowań w zakresie gospodarki odpadami górnictwem o podwyższonej zawartości naturalnych radionuklidów.

89.

NORM in mining industry in Poland

Naturalna promieniotwórczość w przemyśle wydobywczym w Polsce

Jan Skowronek

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, POLAND, j.skowronek@gig.katowice.pl

The main branches of Polish mining industry are the coal, copper, zinc and lead, salt and oil and gas mines. In many of these mines the problem of the naturally occurred radioactive materials is present.

The main source of risk for the miners is due to the short-lived radon daughter products present in air. This source of risk is present in all Polish underground mines. In coal, copper and oil and gas mines the radium-bearing waters are present. This is a potential risk for the miners, but for the environment too, because all mine water is pumped out to the rivers. In coal and copper mines radium precipitates from the waters creating the risks of the internal contamination but of external gamma radiation too.

The Polish geological and mining law needs to perform monitoring of all sources of natural radiation at the workplaces and to introduce the preventive measures, if necessary. In this paper the results of the monitoring and prevention measures are described.

★ ★ ★

Kopalnie węgla kamiennego, rud miedzi, rud cynku i ołowiu, soli, ropy naftowej i gazu stanowią podstawę polskiego przemysłu wydobywczego. W wielu z nich występuje problem ochrony przed naturalną promieniotwórczością.

Głównym źródłem zagrożenia dla górników są krótkożyciowe produkty rozpadu radonu, obecne w powietrzu kopalnianym. To źródło zagrożenia występuje na stanowiskach pracy wszystkich podziemnych zakładów górniczych. W kopalniach węgla kamiennego, rud miedzi oraz w kopalniach ropy naftowej i gazu występują ponadto radonośne wody dołowe. Jest to potencjalne źródło zagrożenia górników, ale też i środowiska naturalnego na obszarach górniczych, ponieważ wody te są odprowadzane na powierzchnię. W kopalniach węgla kamiennego i rud miedzi zawarty w wodach rad może wytrącać się w postaci osadów, stwarzając zagrożenie skażenia wewnętrznego górników, lecz również źródło zewnętrznego promieniowania gamma.

Prawo geologiczne i górnictwo wymaga, by zakłady górnicze prowadziły monitoring wszystkich źródeł zagrożenia naturalnymi radionuklidami, tam gdzie jest to konieczne –

wdrażały metody zapobiegania ryzyku. W artykule opisano wyniki monitoringu zagrożenia i opracowane w Polsce metody przeciwdziałania.

90.

The assessment of exposure to ionizing radiation at spoil banks **Ocena zagrożenia radiacyjnego na składowiskach odpadów górniczych**

Bogusław Michalik

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Plac Gwarków 1, POLAND, b.michalik@gig.katowice.pl

By the 1970 year Polish hard coal mining was not considered as source of radiation exposure due to presence of enhanced concentration of natural radionuclides. After the radioactive scales in pipelines draining of brines had been found, the necessity of radiation risk's monitoring emerged. During few next years a lot of different surveys have been carried out that resulted in the complex system of occupational radiological protection. In 1982 year due to relevant national rules the system has been enforced into the whole of Polish underground mining. The system consists of systematic measurements of particular factors of the miners' radiation risk, like radioactive aerosols, sediments and waters. Unfortunately, less attention has been given to exposures that can occur as a result of releasing of naturally radioactive materials to environment.

The territory the Upper Silesian Coal Basin is densely populated. Since the phenomenon of enhanced natural radioactivity has become well known to the members of the public a lot of social troubles appear. Majority of them was unexpectedly related to waste rocks piles that are deemed to be as danger as radioactive scales and sediments. According to claims of local societies the assessment of the radiation exposure at waste rock piles has been done.

Concentrations of natural radionuclides in extracted from underground rocks slightly exceed the natural background on the Earth surface. This fact results in an enhanced gamma dose rate at the places where this kind of waste was dumped. Additionally the structure of spoil banks creates possibility of radon exhalation's increasing. Taking into consideration the total amount of spoil and gangue and the current international recommendation, the enhanced level of external radiation and radon exhalation seems to be significant from point of view of radiological science.

Due to the fact that the waste rock are not undergone any chemical transformation the potential enhanced radiation risk is directly related to geological origin of rocks that constitute that waste. Therefore for investigation two different mining regions have been chosen. The coal seems, exploited in those regions, lie on different carboniferous system so that properties of rocks occurring together with coal differ each other. Measurements of radiation risk have been done on three waste rock piles that vary in age and stage of land reclamation. For comparison the same measurements have been done on neighbouring rural areas. The results of investigations shows that the major contribution to slightly enhanced radiation risk at these areas derives from external irradiation due to enhanced concentration of natural radioactivity in waste material.

★ ★ ★

Po stwierdzeniu na początku lat 70. ubiegłego wieku faktu, że w niektórych przypadkach osady wytrącające się w rurach odprowadzających solanki z polskich kopalń węgla kamiennego zawierają podwyższone zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych, przeprowadzone zostały liczne badania tego zjawiska. W rezultacie określone zostały wszystkie potencjalne źródła zagrożenia, a w 1982 roku wdrożony został, we wszystkich podziemnych zakładach górniczych, kompleksowy system oceny zagrożenia radiacyjnego. W ramach tego systemu kontrolowane są dołowe wody i osady promieniotwórcze oraz stężenie aerozoli promieniotwórczych w powietrzu w wyrobiskach dołowych. Niestety, system ten obejmuje jedynie zagrożenia zawodowe występujące na dole kopalni. Nie poświęcono dostatecznej uwagi zagrożeniu powstającemu w rezultacie odprowadzania odpadów do środowiska wokół kopalń.

Terytorium GZW jest gęsto zaludnione. W momencie, kiedy zjawisko podwyższonej promieniotwórczości powodowane działalnością kopalń dotarło do publicznej świadomości pojawiło się wiele związanych z tym problemów społecznych. Większość z nich dotyczy składowisk odpadowych mas skalnych, które w świadomości społecznej uważane są za równie niebezpieczne jak promieniotwórcze osady dołowe. Niniejsza praca została przeprowadzona w celu dostarczenia wiarygodnych informacji na temat rzeczywistego zagrożenia radiacyjnego na składowiskach odpadów górniczych.

Zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych w skalach towarzyszących pokładom węgla kamiennego nieco przekracza typowe wartości występujące na powierzchni ziemi. Fakt ten powoduje nieznaczny wzrost mocy dawki promieniowania gamma na obszarach, gdzie odpady zawierające tego typu skały są składowane. Dodatkowo stosunkowo luźna struktura składowisk odpadów sprzyja wzrostowi ekshalacji radonu. Jeżeli weźmie się pod uwagę powierzchnie zajmowaną przez tego typu składowiska oraz aktualne międzynarodowe zalecenia z zakresu ochrony radiologicznej, ten stosunkowo niewielki wzrost ekspozycji na promieniowanie może jednak być istotny z punktu widzenia zagrożenia radiacyjnego.

Odpadowe masy skalne w trakcie procesu eksploatacji węgla nie są poddawane żadnym przemianom chemicznym, zatem ich właściwości będą zależeć głównie od ich pochodzenia geologicznego. Zatem do badań zostały wytypowane dwa obszary górnicze leżące na terenach o różnej budowie geologicznej. Pomiary radiometryczne przeprowadzone zostały na składowiskach odpadów znajdujących się w różnych stadiach eksploatacji, począwszy od nowych, w trakcie eksploatacji a skończywszy na starych, których eksploatacja została zakończona kilkadziesiąt lat temu. Dla porównania identyczne pomiary zostały przeprowadzone na sąsiadujących terenach rolniczych. Rezultaty badań wykazują, że największy wkład do wzrostu zagrożenia radiacyjnego na badanych terenach ma zewnętrzne promieniowanie gamma.

Ranking of TENORMs impact into radiation risk**Klasyfikacja obszarów występowania TENORM**

Bogusław Michalik

Laboratory of Radiometry, Central Mining Institute, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1,
POLAND, b.michalik@gig.katowice.pl

After the TENORM phenomenon had been considered thoroughly it turned out that issues occur very frequently in our environment. It touches a lot of aspects of our common life, starting from occupational risk at work places, through some “contaminated” goods or even a visit in spa, and ending on huge amount of bulk waste materials very often dumped in our vicinity. Each particular way of occurring of TENORM determinates some unique scenario of exposition. Therefore there is not a universal method for risk evaluation applicable for all possible situations. Moreover, TENORM occurrence’s consequences can be assessed from different points of view. Sometimes the public comprehension of TENORM is a plentiful source of very serious effects far more detrimental and painful than direct exposition to radiation. Risk caused by TENORM is a subject where enforcing of ALARA rule became very complex and multidimensional.

In this paper some proposal of TENORM’s classification and rules of its importance assessment from diverse points of view are described.



Po bliższym zapoznaniu się ze zjawiskiem występowania TENORM okazuje się, że problem ten jest w naszym środowisku zjawiskiem powszechnym. Dotyka wielu aspektów naszego codziennego życia, począwszy od zagrożenia na stanowiskach pracy, kontaktu ze „skażonymi” wyrobami lub wizytą w sanatorium, a skończywszy na ogromnych ilościach odpadów lokowanych często w naszym sąsiedztwie. Każdy poszczególny sposób występowania TENORM determinuje inny mechanizm powstawania zagrożenia. Nie ma zatem uniwersalnej metody, która umożliwiłaby ocenę zagrożenia powstającego w każdej szczególnej sytuacji. Ponadto skutki występowania TENORM mogą być oceniane w różnych kategoriach. Bardzo często sposób, w jaki występowanie TENORM jest postrzegane przez społeczeństwo, stanowi źródło poważnych następstw, znacznie bardziej dotkliwych niż bezpośrednie skutki ekspozycji na promieniowanie. Zagrożenia TENORM jest obszarem, gdzie stosowanie zasady ALARA staje się problemem wielowymiarowym.

W niniejszym artykule przedstawiono propozycje klasyfikacji występowania TENORM oraz zasady oceny jego wagi z punktu widzenia ochrony radiologicznej, ekonomii i socjologii.

92.

Towards a methodology for identifying non nuclear sites with enhanced levels of radioactivity

Christian Cosemans¹⁾, Hans Vanmarcke²⁾

¹⁾ ONDRAF / NIRAS, Avenue des Arts 14, B-1210 Brussels, BELGIUM

²⁾ SCK•CEN, Boeretang 200, B-2400 Mol, BELGIUM

The law of 12th December 1997 entrusts ONDRAF / NIRAS, among other things, with the compilation of a repertory, detailing the location and status of all nuclear sites and all sites containing radioactive substances on Belgian territory. This repertory not only includes sites having a nuclear licence, but also non-nuclear sites where enhanced levels of radioactivity occur due to the presence of natural radiation sources. The identification of the nuclear sites is based on an inventory of the nuclear licenses as they have been granted by the competent authorities. As the non-nuclear sites do not require such license, their identification necessitates a specific methodology.

This presentation outlines the methodology developed by ONDRAF/NIRAS and SCK•CEN for identifying non-nuclear sites with enhanced levels of radioactivity.

The methodology combines data from an airborne radiometric survey of Belgium and a literature search in order to identify and locate the non-nuclear sites. This proves to be an extensive task undertaken by a taskforce combining the expertise of Controlatom (Belgium), NRG (the Netherlands), ONDRAF / NIRAS and SCK•CEN.

93.

The effect of earthquake-induced radon release on the population in the seismic active regions of Armenia

E. Saghatelian, A. Petrosyan, Yu. Aghbalyan, M. Baburyan, A. Davtyan

Armenian State Engineering University, 105 Teryan Str., 375009, The Center for Ecological-Noosphere Studies of NAS RA, 68 Abovian Str., Yerevan, 375025, sagatelian@fromru.com, ARMENIA

For the first time on the basis of Spitak earthquake (Armenia, December 1988) experience it is found out that the earthquake causes intensive and prolonged radon splashes which, rapidly dispersing in the open space of close-to-earth atmosphere, are contrastingly displayed in covered premises (dwelling houses, schools, kindergartens) even if they are at considerable distance from the epicenter of the earthquake, and this multiplies the radiation influence on the population. The interval of splashes includes the period starting from the first fore-shock and ending by the last after-shock, i.e. several months. The area affected by radiation is larger than the territory of Armenia. The scales of this impact on population is 12 times higher than the number of people injured in Spitak, Leninakan and other settlements (toll of injured – 25 000 people, diseases caused by high levels of radiation in non-adapted population – over 300 000). The radiations of the influence are in direct correlation with the force of earthquake.

The basis for conclusion was the set of data on indoor radon monitoring in Yerevan City beginning from 1987 (120 km from epicenter) 5450 measurements and multivariate analysis with identification of cause-and-effect linkages between geodynamics of indoor radon under

stable and unstable conditions of Earth crust, behavior of radon in different geological media during earthquakes, levels of room radon concentrations and effective equivalent dose of radiation impact of radiation dose on health and statistical information of the Ministry of Health on public health, etc.

As we have discovered, calculations of equivalent radiation dose show that compared with 1987, 1991 is character is by lower radon and its radio nuclides made up about 16mSv, i.e. 50 times more than mean radon equivalent radiation dose of the above-mentioned years. In the evidential part of the earthquake hearth the level of background radiation in dwelling houses as well as radon effective radiation dose radon, was many times higher. The interval of radon action is from first foreshock to the last aftershock, i.e. several months.

The following facts which have not received explanation up till now can be considered as consequences of long-lasting radiation influence on human organism: long-lasting state of apathy and indifference typical for the population of Armenia during the period of more than a year after the earthquake, prevalence of malignant cancer forms in disaster zones, prevalence of lungs cancer over the other forms of oncology diseases, etc.

The danger of the influence of natural radiation provoked by the earthquake exists for all urban territories of seism active regions, and it requires coordination of investigations in different countries according to precisely-elaborated programmers.

94.

^{210}Po and ^{210}Pb in environmental samples in Finnish Lapland

Dina Solatie, Kristina Rissanen

TUK-Radiation and Nuclear Safety Authority, Regional Laboratory in Northern Finland, Research and Environmental Surveillance, Louhikkotie 28, 96500 Rovaniemi, FINLAND, dina.solatie@stuk.fi

^{210}Po and ^{210}Pb are members of the ^{238}U decay chain. ^{210}Po ($T_{1/2} = 138$ d) is formed by the decay of ^{210}Pb ($T_{1/2} = 22$ y) via ^{210}Bi ($T_{1/2} = 5$ d). In the atmosphere ^{222}Rn formats its decay products ^{210}Po and ^{210}Pb which are deposited on the ground and thus enter the human food-chain. In Finland most exposed are the Sami people having substantial intakes of reindeer meat.

In the Regional Laboratory in Northern Finland, measurements of ^{210}Po and ^{210}Pb activity concentrations in different environmental samples from Finnish Lapland have been performed. Especially the arctic lichen-reindeer-man food chain has been studied. The samples spiked with ^{208}Po -tracer are leached by HNO_3 and HCl . After the solution is made slightly acid, ascorbic acid and hydrazine is added and polonium is spontaneously deposited on nickel planchette. The ^{210}Po -activity is measured by α -spectrometry. ^{210}Pb is determined from the same solution about 6 months later by carrying out another polonium deposition.

In this work plant and reindeer samples were collected early eighties and after Chernobyl accident in the Finnish reindeer herding area. The results of ^{210}Po and ^{210}Pb activity concentrations and the ratio of $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ in the plant and reindeer samples are presented.

NORM in drinking water – measurements using ultra low-level liquid scintillation spectrometry and considerations for compliance with the EU Drinking Water Directive

Franz Schönhofer¹⁾, Franz-Josef Maringer²⁾

¹⁾ Habicherg. 31/7, A-1160 Vienna, AUSTRIA, BEV – National Metrology Institute, Arltgasse 35, A-1160 Vienna, AUSTRIA

²⁾ University of Natural Resources and Applied Life Science, Gregor Mendel-Strasse 33, A-1180 Vienna, AUSTRIA

The European Union Directive on the Quality of Drinking Water requests member states to control drinking water also for its radioactivity. The implications of the Directive on the radiological survey of drinking water in Austria will be discussed. NORM usually causes the by far largest contribution to the population dose and artificial radionuclides can in most circumstances be disregarded in drinking water. A simple, time saving and cheap method has been developed, which allows for simultaneous determination of ^{226}Ra , ^{228}Ra and ^{210}Pb by using ultra low-level liquid scintillation spectrometry. Also tritium and ^{222}Rn (if required) can be easily measured by LSC.

The Directive establishes a so-called "Indicative Dose": If the dose due to ingestion of drinking water might exceed 0.1 mSv/y it should be considered, whether the dose should be reduced by countermeasures. The requirements for measurement methods and the strategy to determine compliance with the Indicative Dose will be discussed.