

ARTYKUŁY

BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ŚRODOWISKA PRZY WYDOBYWANIU RUDY URANOWEJ

Human health and environment protection at uranium mining

Andrzej Strupczewski

Streszczenie: Uranu nam nie zabraknie, bo w znanych zasobach na lądzie przy obecnej technologii jądrowej starczy go na ponad 200 lat, a po wprowadzeniu cyklu zamkniętego z wielokrotnym wykorzystaniem paliwa na dziesiątki tysięcy lat. Opanowano też już technikę wydobywania uranu z wody morskiej, co zapewnia nieograniczone źródła tego pierwiastka. Co więcej, wbrew zarzutom Greenpeace'u wydobywanie uranu stwarza mniejsze zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska niż wydobywanie węgla. Dane z najuboższych krajów afrykańskich (Niger, Namibia) i z bogatych krajów OECD (Australia) potwierdzają, że wypadkowość i dawki promieniowania są bardzo małe. Np. dla kopalni Rossing w Namibii przy wydobyciu uranu wystarczającym do wytworzenia energii elektrycznej większej niż cała zużywana w Polsce liczba wypadków śmiertelnych to zero, zapalenia skóry, zachorowania na pylicę płuc, utraty słuchu – zero, podczas gdy w górnictwie węglowym w Polsce w 2016 r. było 1279 wypadków, w tym 10 wypadków ze zgonami ludzi. Dane dla USA też wskazują, że wydobywanie uranu stwarza mniejsze zagrożenie dla ludzi i środowiska niż wydobywanie węgla.

Abstract: Nuclear power will not be short of uranium, because the known resources on land will be enough at present technology state for another 200 years, and after introduction of closed fuel cycle with multiple fuel recycling - for ten thousand years or more. Also, the uranium dissolved in sea water can be recovered – the technology has been already mastered, and the resources are unlimited. Moreover, contrarily to Greenpeace accusations, uranium mining involves less hazards to environment and human health than mining of coal. This is shown with data from the poorest African states such as Niger or Namibia, or OECD countries such as Australia. For example in the case of Rossing uranium mine in Namibia, producing uranium sufficient to cover all electricity needs in Poland, the number of deaths was zero, similarly the number of skin diseases, lung diseases, hearing loss were zero, and number of radiation exposures above limits – zero. On the other hand, in 2016 in Polish coal mining there occurred 1279 work accidents, of which 10 with loss of life. The data from the USA also show that the uranium mining is less dangerous for environment and people than coal mining.

Słowa kluczowe: wydobywanie uranu, wpływ na środowisko, zdrowie ludzi, zużycie wody

Keywords: uranium mining, impact on environment, human health, water consumption

W związku z oczekiwaną decyzją rządu o intensyfikacji prac przy budowie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, przeciwnicy energetyki jądrowej próbują zniechęcać do niej decydentów i społeczeństwo wznawiając od dawna zdyskredytowane zarzuty przygotowane w kołach antynuklearnych. Przykładem takich tendencyjnych zarzutów jest broszura „100 dobrych argumentów przeciwko energii atomowej” opublikowana w internecie na stronie <https://www.100-gute-gruende.de/index.xhtml>. Podawane są w niej nieprawdziwe informacje, odwołujące się do spraw dalekich od polskiego czytelnika. Jedną z nich dotyczy rzekomo grożącego nam braku uranu, na co odpowiedzią był artykuł „Spokojnie, uranu wystarczy” opublikowany w dwumiesięczniku „Energetyka Ciepła i Zawodowa”¹. Wykazano w nim, że według ocen eksperckich zaakceptowanych przez Parlament Europejski, zidentyfikowane zasoby uranu przy stosowaniu

obecnej techniki wydobycia i wykorzystaniu ich w reaktorach III generacji wystarczą na ponad 200 lat, a po wprowadzeniu cyklu zamkniętego z wielokrotnym wykorzystaniem paliwa jądrowego w reaktorach IV generacji — na dziesiątki tysięcy lat. Co więcej, opanowano już technikę wydobywania uranu z wody morskiej, co oznacza, że ludzkość może wykorzystać ponad 4 miliardy ton uranu rozpuszczonego w wodzie, przy kosztach stanowiących pojedyncze procenty kosztu energii elektrycznej z energetyki jądrowej. Stężenie uranu w wodzie jest regulowane przez reakcje chemiczne w stanie niemal równowagi pomiędzy wodą a skałami w skorupie ziemskiej, zawierającymi 100 000 miliardów ton uranu. Gdy część uranu zostanie usunięta z wody morskiej, dalsze ilości uranu są wymywane przez wodę morską ze skał. Proces ten zapewnia utrzymanie koncentracji uranu w wodzie morskiej na stałym poziomie. Ludzie nie mogliby wydobyć tak dużo uranu z wody morskiej, by jego stężenie

¹ <https://www.kierunekenergetyka.pl/artykul,39872,spokojnie-uranu-wystarczy.html>

w wodzie zmalało, nawet gdyby energia jądrowa zaspakajała 100% potrzeb energetycznych ludzkości przez miliard lat.

Innym zarzutem stawianym przez Greenpeace jest rzekomo większe zagrożenie ludzi przy wydobyciu uranu niż przy wydobywaniu np. węgla. Wobec tego, że w Polsce nie mamy bezpośredniego dostępu do wiedzy o warunkach pracy w kopalniach uranu w krajach afrykańskich i w ich otoczeniu, zarzut ten może wydawać się prawdą. Dlatego zajmiemy się analizą tej sprawy.

Ogólnie biorąc, każda działalność polegająca na wydobywaniu minerałów z ziemi powoduje zakłócenia w środowisku i narażenie zdrowia człowieka. Dzieje się tak z węglem kamiennym i brunatnym, gazem, ropą, z materiałami niezbędnymi do produkcji wiatraków (ruda żelazna) i ogniw słonecznych (aluminium), i oczywiście dzieje się tak również w przypadku rudy uranu.

Aby odpowiedzieć na pytanie, czy wydobycie uranu jest bardziej szkodliwe dla człowieka i środowiska niż wydobycie innych surowców, zapoznajmy się z sytuacją w trzech krajach, poczynając od najbiedniejszego, a kończąc na bogatym i dobrze rozwiniętym. Będą to: najbiedniejszy rejon pozbawiony wody, to jest Niger, gdzie działa kopalnia Arlit firmy AREVA, dalej biedny kraj afrykański Namibia, gdzie znajduje się kopalnia Rossing, oraz bogata Australia, na obszarze Terytoriów Północnych, gdzie znajduje się kopalnia Ranger firmy ERA. Są to główne rejony wydobycia rudy uranu w krajach zachodnich poza Kanadą i USA, gdzie warunki pracy i ochrony środowiska są na niekwestionowanym wysokim poziomie. Wpływ tej działalności na zdrowie człowieka i środowisko porównamy ze skutkami wydobycia węgla w USA — i w Polsce.

Niger, kopalnia Arlit

Rejon ten jest głównym celem krytyki Greenpeace'u. Raport Greenpeace'u² nie podaje wprawdzie konkretnych zarzutów i przyznaje, że nigdy nie przeprowadzono kompleksowej oceny skutków zdrowotnych górnictwa uranowego, ale podaje przykłady świadczące o wpływie miejscowej rudy uranu na promieniotwórczość w glebie i wodzie. W okolicy kopalń znaleziono próbki gleby o podwyższonej radioaktywności, 100-krotnie wyższej niż normalny poziom aktywności w regionie, a na ulicach miasteczka Akokanu wykryto moc dawki do 500 razy wyższą od normalnej. W latach 2003–2005 wykryto też podwyższoną aktywność wody powodowaną wysokim stężeniem rudy uranu. AREVA zamknęła studnie z taką wodą. W sumie widać, że w okolicy złóż rudy uranu radioaktywność jest podwyższona.

Raport Greenpeace'u przyznaje, że AREVA stworzyła dwa miasteczka, gdzie mieszkają pracownicy związani z kopalniami i mają dobre drogi, bieżącą wodę, elektryczność, szkoły, szpitale i ośrodki sportowe. Poza tymi miasteczkami jednak warunki życia są prymitywne — bo też Niger to najuboższy kraj Afryki.

Według raportu Greenpeace'u moc dawki otrzymanej przez okoliczną ludność wokół kopalni uranu jest ograniczona, jeśli ruda nie rozprzestrzenia się w okolicy. Natomiast typowa moc dawki w pobliżu samego złoża rudy uranu o zawartości 0,1% uranu wynosi ok. 0,005 mSv/h³, co przy pracy przez 300 dni po 8 godzin odpowiada dawce rocznej 12 mSv. Stwarza to zagrożenie radiacyjne dla górników, którzy mogą spędzać dużo czasu w sąsiedztwie rudy, pisze Greenpeace.

Według zaleceń ICRP, dawka dla pracowników narażonych zawodowo nie powinna przekraczać 100 mSv w ciągu 5 lat, co daje średnią dawkę roczną 20 mSv/rok. To zalecenie wprowadzone jest jako obowiązujące w szeregu krajów, w tym także we Francji i w innych krajach Unii Europejskiej. Celem ustalonym przez firmę AREVA w Nigerze na 2011 r. było utrzymanie dawek dla pracowników poniżej 16 mSv/rok i cel ten został osiągnięty. Wartość ta jest zachowana również w następnych latach włącznie z 2013 r.⁴

Według raportu AREVA wypadkowość przy pracy i dawki promieniowania w kopalniach uranu w Nigerze były następujące:

Tabela 1. Wypadkowość i dawki promieniowania w kopalniach w Nigerze⁵
Table 1. Incident rates and radiation doses in uranium mines in Niger

	2008	2009	2010
Częstość wypadków z utratą czasu pracy wśród pracowników bezpośrednich i pośrednich na 1000 000 godzin pracy (FRI - frequency rate of industrial lost time accidents)	2,34	2,11	1,55
Liczba wypadków śmiertelnych	2	0	3
Fracja niebezpiecznych miejsc pracy, które otrzymały certyfikat bezpieczeństwa OHSAS 18001	18%	22%	44%
Średnia dawka promieniowania dla pracowników narażonych zawodowo, mSv/rok	3,28	3	3,47
Średnia dawka dla pracowników firm podwykonawczych, mSv/rok	2,22	1,95	2,63
Dawka maksymalna otrzymana przez jednego pracownika, mSv/rok	15,25	16,15	17,15

Częstość wypadków z utratą czasu pracy wśród pracowników bezpośrednich i pośrednich na 1 000 000 godzin pracy zmalała z 7,4 w 2004 r. do

² Dixon Andrea A. (red.) Left in the dust – AREVA's radioactive legacy in the desert towns of Niger, Amsterdam (2010) Greenpeace; http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/nuclear/2010/AREVA_Niger_report.pdf

³ Dixon, tamże, str. 19

⁴ Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2013–2014 report, AREVA.

⁵ Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2010 report

1,2 w 2011 r.⁶ i do 1,08 w 2013 r.⁷ Był to wynik około pięciokrotnie lepszy od średniej wypadkowości w górnictwie polskim w tym okresie. W górnictwie w Polsce wskaźnik wypadków przy pracy na 1000 pracujących w 2010 r. wyniósł 17,82, czyli 8,9 na 1 milion przepracowanych godzin, a w 2012 r. 15,37⁸, czyli 7,7 na 1 milion przepracowanych godzin.

Biorąc pod uwagę zaostrzenie wymagań w zakresie ochrony przed promieniowaniem, które spowodowały obniżenie dawki dodatkowej dla ludności z 5 mSv/rok (obowiązującej do 2001 r.)⁹ do 1 mSv/rok, AREVA prowadzi działalność ochrony zdrowia ludności w dwóch kierunkach:

- identyfikacja rejonów, gdzie skałę płonną wykorzystano do celów ekonomicznych i wprowadzenie środków zaradczych, jeśli poziom promieniowania tego wymaga, np. w razie budynków zbudowanych przy użyciu materiałów skażonych radioaktywnością, przy współpracy z mieszkańcami,
- ścisłe przestrzeganie gospodarki skałą płonną z bieżącej eksploatacji kopalni.

AREVA tworzy i utrzymuje ośrodki zdrowia wokół swoich kopalni. Poziom szpitali spełnia wymagania francuskie, a wykonują one bezpłatnie 200,000 zabiegów rocznie, co stanowi 15% wydatków zdrowotnych w całym państwie. Kontrola niezależnej firmy francuskiej potwierdziła dobrą jakość tych usług lekarskich.

Warunki pracy w kopalniach są ściśle kontrolowane według tych samych zasad, jakie obowiązują w kopalniach w Kanadzie. Wyniki w zakresie bezpieczeństwa pracy są bardzo dobre – od października 2006 do grudnia 2008 r. częstość wypadków powodujących zwolnienie chorobowe w zakładach SOMAIR wynosiła 0 (zero), a dla całej działalności firmy AREVA w Nigrze w 2009 r. 2,1 przypadków (we Francji 26 przypadków). Ochronę środowiska realizowaną w kopalniach uranu w Nigrze ocenił w 2004 i w 2005 r. IRSN stwierdzając, że systemy zarządzania środowiskiem są zgodne z wymaganiami międzynarodowymi.¹⁰

W kontekście oskarżeń o obciążanie środowiska przy wydobywaniu uranu warto podać, w ciągu 40 lat pracy kopalni w Arlit wypompowano tam 270 mln m³ wody co oznacza zużycie poniżej 7 mln m³ wody rocznie, z czego 35% zużyto dla kopalni, a 65% na zaopatrzenie miasta w wodę. Jest to mała frakcja 8 mld m³ wody podziemnej w tym rejonie¹¹.

⁶ <http://www.aveva.com/finance/liblocal/docs/2012/ATD-2012/ATD10-Mines-18092012-VUK.pdf>

⁷ Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2013-2014 report, AREVA.

⁸ http://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P1401037871334841682883&html_tresc_root_id=11288&html_tresc_id=11288&html_klucz=10972

⁹ Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2010 report

¹⁰ <http://www.aveva.com/EN/operations-592/a-lasting-partnership-with-niger.html>

¹¹ <http://www.irinnews.org/Report/83706/NIGER-Desert-residents-pay-high-price-for-lucrative-uranium-mining>

Zużycie wody w kopalniach uranu w Nigrze w 2010 r. wyniosło 906 m³/tU, co oznacza spadek o 50% w stosunku do 2004 r., a zużycie energii to 110 MWh/tU, co oznacza redukcję o 27% w stosunku do 2004 r. Zużycie wody na jednostkę energii z elektrowni jądrowej zaopatrywanej przez kopalnie w Nigrze wynosiło więc 906 m³/t U x 180 t/rok /8 TWh/rok = 20 385 m³/TWh

Wartości te porównamy poniżej z zużyciem wody przy wydobywaniu węgla.

Namibia

Kopalnie w skrajnie ubogim Nigrze nie są jedyne ani reprezentatywne dla górnictwa uranowego. Dlatego do analiz porównawczych zagrożenia weźmiemy kopalnię Rossing w Namibii, również kraju afrykańskim i ubogim.

Wskaźniki bezpieczeństwa przemysłowego są dobre, jak widać w tabeli poniżej.

Tabela 2. Podsumowanie wskaźników bezpieczeństwa w kopalni Rossing w latach 2006-2011¹²

Table 2. Summary of safety indicators in Rossing uranium mine in the period of 2006-2011

Parametry bezpieczeństwa w kopalni Rossing	Cel na 2011	2010	2009	2008	2007	2006
Liczba zatrudnionych	1,580	1,592	1,415	1,307	1,175	939
Produkcja tlenku uranu (ton)	3,203	3,628	4,150	4,108	3,046	3,617
Liczba pracowników, którzy otrzymali dawki powyżej 20 mSv/rok	0	0	0	0	0	0
Nowe przypadki pylicy płuc	0	0	0	0	1	1
Nowe przypadki dermatitis	0	0	0	0	0	1
Nowe przypadki utraty słuchu	0	0	0	0	0	0
Nowe przypadki chronicznego bronchitu	0	0	0	0	0	0
Wskaźnik wszystkich wypadków [All Injury Frequency Rate (AIFR)]	0,74	0,89	0,73	0,91	0,71	0,59
Liczba wypadków powodujących stratę czasu pracy	0	14	6	8	9	6
Liczba zgonów wskutek wypadków przy pracy	0	0	0	0	0	0

A w następujących latach¹³

¹² Rössing Uranium Limited Working for Namibia, 2010 Report to Stakeholders, Enhancing our strength April 2011, <http://www.rio-tinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

¹³ http://www.rossing.com/files/rossing_stakeholder_report2016_lowres.pdf

Tabela 3. Podsumowanie wskaźników bezpieczeństwa w kopalni Rossing w latach 2012-2016**Table 3.** Summary of safety indicators in Rossing uranium mine in the period of 2012-2016

Parametry bezpieczeństwa w kopalni Rossing	2016	2015	2014	2013	2012
Liczba zatrudnionych	949	948	850	1141	1528
Produkcja tlenku uranu (ton)	1850	1245	1543	2409	2699
Nowe przypadki pylicy płuc	0	0	0	0	0
Nowe przypadki dermatitis	0	0	1	0	0
Nowe przypadki utraty słuchu	0	0	1	0	0
Nowe przypadki chronicznego bronchitu	0	0	0	0	0
Wskaźnik wszystkich wypadków [All Injury Frequency Rate (AIFR)]	0,892	0,74	0,81	0,96	0,49
Liczba wypadków powodujących stratę czasu pracy	5	7	8	13	4
Liczba zgonów wskutek wypadków przy pracy	0	0	0	0	0
Zużycie energii na tonę rudy (MJ/t)	137	129,25	148,88	174,79	153,03
Emisja CO ₂ na tonę produkcji (tCO ₂ e/t U ₃ O ₈)	81,81	85,87	82,00	78,04	78,41

Narażenie radiacyjne pracowników kopalni Rossing wskutek wdychania radonu, promieniowania zewnętrznego i wdychania pyłu to 1-4 mSv/rok, znacznie poniżej limitu narażenia zawodowego 20 mSv/rok.

Wpływ wydobywania uranu na okolicę widać z porównania wskaźników zdrowotnych dla całej Namibii z rejonem Erongo, gdzie wydobywa się uran. Raport Greenpeace'u wskazują na szkodliwy wpływ pyłu na zdrowie ludzkie, na zachorowalność na raka i na górne drogi oddechowe. Jednakże porównanie płodności kobiet, umieralności niemowląt i dzieci oraz oczekiwanej długości życia w rejonie Erongo i w Namibii wykazuje, że wskaźniki dla rejonu wydobywania uranu są lepsze niż przeciętna krajowa.

Tabela 4. Płodność i umieralność w rejonie wydobywania uranu (Erongo) w porównaniu ze średnimi wartościami w Namibii¹⁴**Table 4.** Fertility and death rates in the uranium mining region (Erongo) compared with the average values for Namibia

Wskaźnik		Erongo	Namibia		Erongo	Namibia
Średnia liczba dzieci na kobietę		5.1	4.1			
Zgony niemowląt na 1000 porodów żywych:	K	43	49	M	40	55
Umieralność dzieci do lat 5	K	57	64	M	49	78
Oczekiwana długość życia w chwili urodzenia, lat	K	59	50	M	54	48

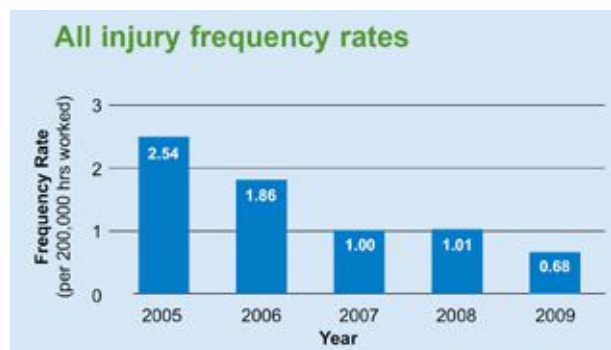
¹⁴ <http://aurecon.webfoundryza.com/assets/files/ROSSING/phase2/Annex%20N9%20Socio-Economic.pdf>

Służba zdrowia w rejonie Erongo jest stosunkowo dobra. Zbudowano nowe szpitale i ośrodki zdrowia oraz liczne kliniki w rejonach wiejskich i miejskich, chociaż trudno jest zwerbować personel medyczny do ośrodków wiejskich. Dostęp do wody pitnej ma 95,7% populacji w Erongo. Wskaźnik rozwoju ludzkiego opracowany przez ONZ wykazuje, że sytuacja w Erongo jest dużo lepsza niż średni stan w Namibii.

Tabela 5. Wskaźnik rozwoju ludzkiego (human development index) źródło¹⁵**Table 5.** Human development index

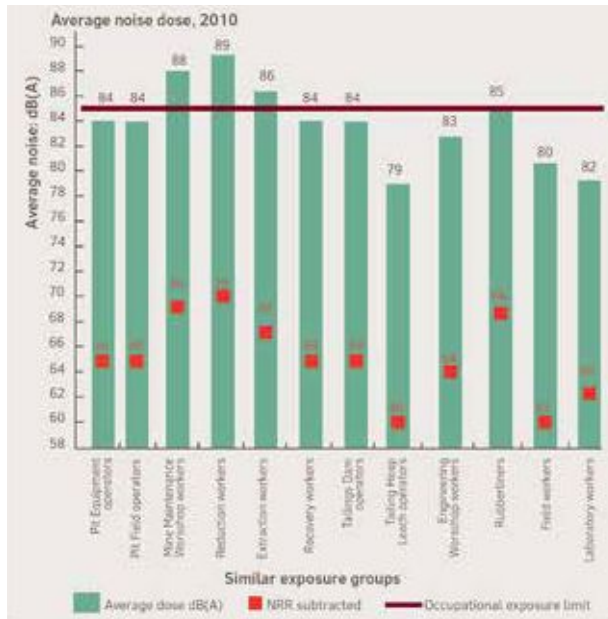
Wskaźnik odnoszący się do	2001-2004	1991-1994
Namibia	0,557	0,607
- Rejony miejskie	0,661	0,719
- Rejony wiejskie	0,473	0,530
- Mężczyźni	0,556	0,609
- Kobiety	0,545	0,580
Erongo	0,705	0,690

Najważniejsza kopalnia uranu w tym rejonie to Rossing, należąca do Rio Tinto. Wydobyte uranu w 2010 r. wyniosło tam 52 miliony ton skały, zawierającej 3,628 ton tlenku uranu. Zamieszczone poniżej wykresy przedstawiają pełny zestaw charakterystyk zdrowotnych określonych w ciągu kolejnych lat pracy kopalni dla jej pracowników.

**Rys. 1.** Bezpieczeństwo pracy w kopalniach uranu – Namibia, Rossing¹⁶
Fig. 1. Safety of work in uranium mines - Namibia, Rossing

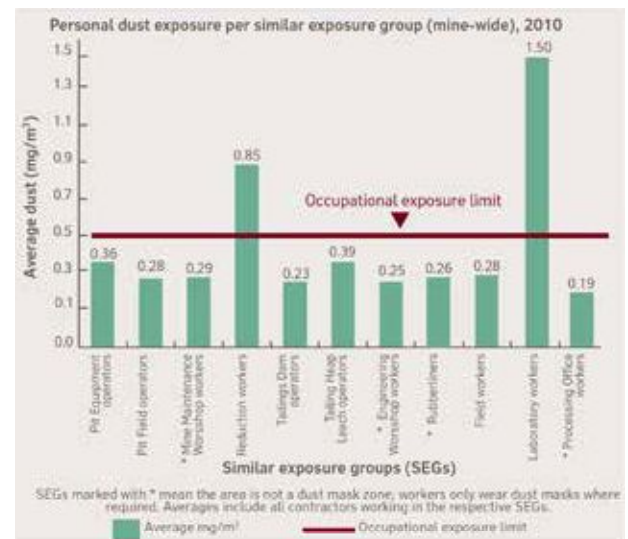
Pył – Proces wydobywania, transportu, kruszenia i mielenia rudy uranowej powoduje powstawanie pyłu. Spośród 11 grup jednakowego narażenia pracowników (Similar Exposure Groups -SEG) w różnych rejonach pracy, dwie grupy pracowały w rejonach o stężeniu pyłu powyżej wartości granicznych. W obu przypadkach powodem były źle pracujące systemy odpylania. Wobec tego pracowników zaopatrzoneo w maski redukujące wdychanie pyłu 20 razy.

¹⁵ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>¹⁶ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>



Rys. 2. Poziom hałasu w kopalni Rossing w porównaniu z wielkością graniczną dla zatrudnionych zawodowo (85 dB). Wielkości pokazane jako zielone kolumny pokazują wielkość hałasu odczuwanego bez zabezpieczeń, a czerwone kwadraty – hałas po założeniu ochroniaczy [Noise Reduction Rating (NRR)]¹⁷

Fig. 2. Noise level in Rossing uranium mine compared to the limit value for professionally employed (85 dB). Green columns show the level of noise felt during work without protective devices, while red squares show the noise level after putting on of noise reduction gear

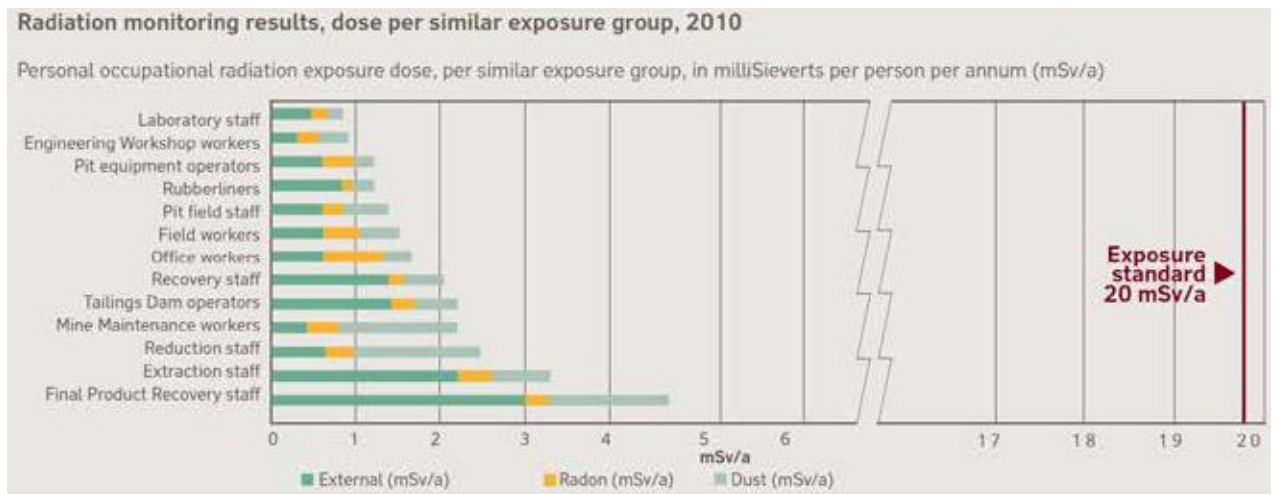


Rys. 3. Przemysłowa ochrona zdrowia w kopalni Rossing¹⁸

Fig. 3. Industrial health protection in Rossing uranium mine

Promieniowanie. Uran to pierwiastek występujący w przyrodzie niemal wszędzie ze średnim stężeniem 2,8 części na milion. W kopalni Rossing wydobywa się uran o stężeniu minimum 300 części na milion albo innymi słowy, 0,03%, ale w innych kopalniach można wydobywać rudy jeszcze uboższe, do 0,01%, podczas gdy najbogatsze złoża mają rudę o zawartości do 20% uranu.

Ta wysoka koncentracja uranu powoduje wzrost tła promieniowania w okolicy złóż.



Rys. 4. Dawki promieniowania otrzymywane przez pracowników kopalni Rossing, mSv/rok

Fig. 4. Radiation doses obtained by workers at Rossing uranium mine, mSv/year

¹⁷ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

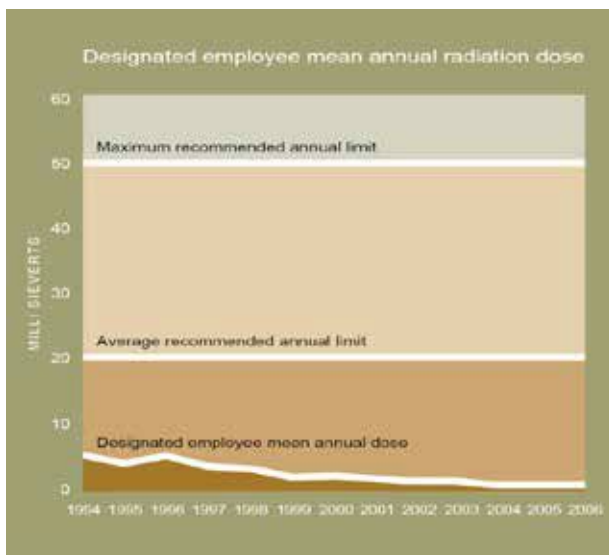
¹⁸ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

Jak widać są one znacznie niższe od dawek granicznych wg ICRP (20 mSv/rok)¹⁹



Rys. 5. Częstość wszystkich wypadków pracowników w kopalni Rossing²⁰
Fig. 5. Frequency of all accidents at Rossing uranium mine

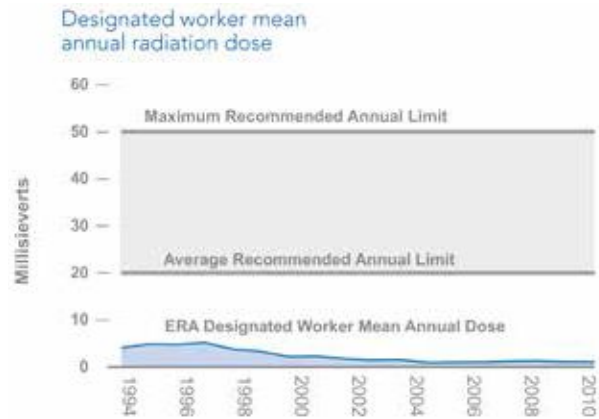
Kopalnie uranu w Australii – Ranger



Rys. 6. Dawki promieniowania otrzymywane przez pracowników narażonych na promieniowanie w kopalni Ranger. Źródło²¹
Fig. 6. Radiation doses obtained by workers at Ranger uranium mine

Limity ustalone przez International Commission on Radiological Protection (ICRP) to 20 mSv/rok poza promieniowaniem tła i z medycyny. Pracownicy Ranger otrzymali w 2006 r. średnie dawki 1,1 mSv²².

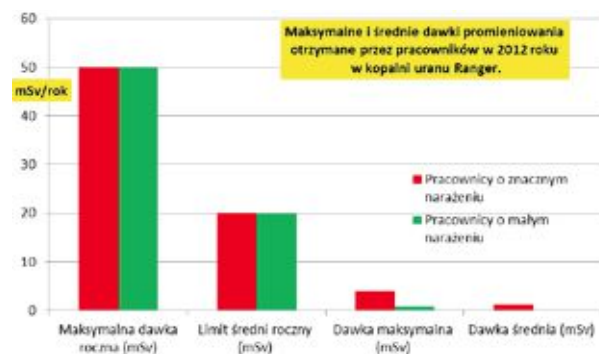
ERA jest jednym z największych producentów uranu na świecie i dostarcza ok. 8% uranu wydobywanego na świecie. Od 1981 r. ERA wydobywała rudę uranową w kopalni Ranger w Australii.



Rys. 7. Dawki promieniowania otrzymywane przez pracowników ERA²³
Fig. 7. Radiation doses obtained by ERA workers

ICRP zaleca dawkę graniczną dla pracowników narażonych zawodowo równą 20 mSv rocznie ponad promieniowanie tła naturalnego, uśrednioną w okresie 5 lat (100 mSv w ciągu 5 lat), ale nie większą niż 50 mSv w jednym roku. Dla społeczeństwa ICRP zaleca dodatkową dawkę nie większą niż 1 mSv rocznie.

Poziom tła promieniowania naturalnego wynosi od 2 do 3 mSv /rok. Pracownicy ERA, którzy mogą otrzymywać dawki powyżej 5 mSv rocznie, są zaliczani do pracowników „specjalnie kontrolowanych”. W ciągu 2009 r., 319 pracowników specjalnie kontrolowanych otrzymało średnioroczną dawkę 0,1 mSv z maksymalną dawką indywidualną 4,5 mSv. Jest to mniej niż zalecana przez ICRP dawka graniczna 20 mSv. Pozostali pracownicy ERA są objęci takim samym limitem ICRP, a ich średnia dawka roczna w 2009 r. wynosiła 0,9 mSv. Potencjalne narażenie mieszkańców w rejonach sąsiadujących z kopalnią powinno według ICRP nie przekraczać 1 mSv/rok. Maksymalna dawka indywidualna zmierzona dla mieszkańca w sąsiedztwie kopalni była czterokrotnie mniejsza, a średnie dawki są znacznie mniejsze i podobne do wartości naturalnego tła promieniowania na świecie.



Rys. 8. Dawki otrzymywane przez pracowników kopalni Ranger, firma ERA, Australia
Fig. 8. Radiation doses obtained by Ranger miners, ERA Australia

ERA mierzy bezpieczeństwo przemysłowe swych pracowników, stosując przede wszystkim wskaźnik częstości wszystkich wypadków (All Injury Frequen-

¹⁹ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

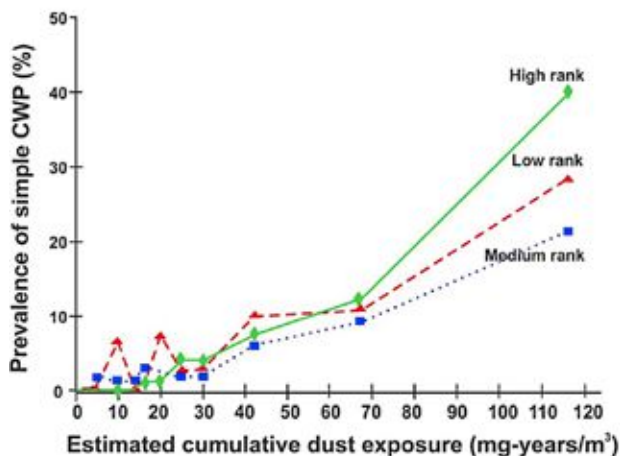
²⁰ <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

²¹ (ERA Sustainable Development Report 2006) http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/2009_ERA_Sustainable_Development_Report.pdf

²² tamże

²³ http://www.riotinto.com/documents/ERA_Sustainable_Development_Report_2010.pdf

a więc jednego z najbiedniejszych krajów afrykańskich. Wartości średnie w skali światowej są znacznie korzystniejsze dla energii jądrowej.



Rys. 10. Częstość pylicy węglowej płuc wśród górników węglowych USA w zależności od stężenia pyłu w kopalni i jakości węgla (źródło- rys. 5 z NIOSH CIB 64 • Coal Mine Dust Exposures)³⁴

Fig. 10. Frequency of coal workers pneumonia (CWP) in USA in function of coal dust concentration and coal quality

Wydobycie uranu w Rossing w 2009 r. wyniosło 4000 ton – a do wytworzenia 8 TWh energii elektrycznej w elektrowni jądrowej potrzeba 180 ton uranu naturalnego. Produkcja Rossing dała więc energię elektryczną 177 TWh – więcej niż wynosi cała produkcja elektrowni węglowych – na węgiel kamienny i węgiel brunatny – w Polsce (150 TWh).

Ile było wypadków w Rossing w 2009 r., przy wydobyciu uranu wystarczającego do produkcji energii elektrycznej 180 TWh?

Zero! Ile przypadków zapalenia skóry? Zero! Ile zachorowań na pylicę płuc? Zero! Zero przypadków utraty słuchu, zero nowych zachorowań chronicznych na bronchit. A częstość wszelkich wypadków przy pracy powodujących straty na zdrowiu (All Injury Frequency Rate AIFR) wyniosła 0,73 na 200 000 roboczo/godzin. Liczba wypadków powodujących przerwę w pracy to 6 na 200 000 roboczo/godzin. W 2016 roku odpowiednie liczby wyniosły 0,89 i 5 na 200 000 roboczo/godzin.

Przebieg zmian tych wskaźników rok po roku w latach 2006-2011 pokazano w tabeli 2.³⁵ A w latach 2012-2016 w tabeli 3.

Czy

- **zero** (0) zachorowań w kopalni uranu na pylicę płuc, na utratę słuchu i na chroniczny bronchit z łączną liczbą 6 -13 wypadków powodujących przerwę w pracy nie jest lepsze od
- **1279 wypadków ogółem w Polsce w tym 10 wypadków ze zgonami ludzi w 2016 r.**³⁶,

³⁴ <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-172/pdfs/2011-172.pdf>

³⁵ <http://www.rossing.com/performance.htm>

³⁶ <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2016-r-4,10.html>

- przy produkcji węgla 70784 tys. ton³⁷ pozwalającej na wytworzenie mniejszej energii niż daje ruda uranowa z Rossing?

Porównanie zagrożenia środowiska przy wydobyciu uranu i węgla

Raport Greenpeace'u z Nigru krytykuje zużycie wody na cele związane z wydobyciem uranu. Wydobycie węgla też oznacza zużycie wody. Inna publikacja Greenpeace'u podaje, że w Niemczech przemysł górniczy wypompowuje rocznie ponad 500 milionów metrów sześciennych wody.³⁸ Przy produkcji 81,7 TWh z węgla kamiennego rocznie w 2017 r.³⁹ oznacza to zużycie wody wynoszące 6,12 mln m³/TWh.

Jako punkt odniesienia do porównań z wydobyciem węgla można traktować kopalnię w Rossing. W 2016 r. produkcja U₃O₈ wyniosła w Rossing 1850 ton. Zużycie wody 2 654 000 m³... Stąd na 1 tonę U₃O₈ potrzeba było 1435 m³/t.⁴⁰ W przeliczeniu na energię elektryczną jaką otrzymuje się z tej rudy (8 TWh ze 180 ton uranu naturalnego) oznacza to przerób wody w ilości 180 x 1435/8 = 32278 m³/TWh.

Czy 6,12 mln m³/TWh w niemieckich kopalniach węgla kamiennego to mniej czy też więcej niż 32 278 m³/TWh w kopalniach rud uranowej w Rossing?

Jednakże przytoczona powyżej wielkość zużycia wody przez górnictwo w Niemczech pochodzi z publikacji Greenpeace'u. Była ona przez Greenpeace podana w tekście zwalczającym energetykę węglową, a więc mogła być celowo wyolbrzymiona. Ale jak najbardziej wiarygodne dane z Polski podawane przez GUS wskazują, że zużycie wody odpompowywanej z kopalni KW SA w 2015 r. wyniosło 43,5 mln m³ wody, a wydobycie węgla kamiennego w Polsce było wtedy równe 73 mln ton. Stąd wskaźnik zużycia wody na wydobycie węgla kamiennego w Polsce to 0,6 m³/t węgla kamiennego

Dla uzyskania 8 TWh energii elektrycznej potrzeba 3 mln ton WK, a więc 1,8 mln m³ wody. Wskaźnik zużycia wody wynosi więc w Polsce dla węgla kamiennego 1,8 mln m³/8 TWh = 225 000 m³/TWh. Jest to 7 razy więcej niż dla wydobycia rudy uranowej w Rossing dającej tę samą energię elektryczną.

7 razy więcej! A Greenpeace twierdzi, że wydobycie rudy uranowej to marnotrawstwo wody!

Warte uwagi jest, że kopalnia posiada system recykulacji wody, który ze stawów sedymentacyj-

³⁷ <https://stat.gov.pl/statystyka-miedzynarodowa/porownania-miedzynarodowe/tablice-o-krajach-wedlug-tematow/przemysl-i-budownictwo/>

³⁸ <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/coal/Mining-impacts/> " In Germany, the mining industry pumps over 500 million cubic meters of water out of the ground every year."

³⁹ <https://www.energy-charts.de/energy.htm?source=all-sources&period=annual&year=2017>

⁴⁰ http://www.rossing.com/files/rossing_stakeholder_report2016_lowres.pdf

nych wykorzystuje ponad 60% zapotrzebowania na wodę. Co więcej, wbrew twierdzeniom Greenpeace'u, kopalnie uranu nie pozbawiają mieszkańców wody pitnej, a przeciwnie, odsalają wodę z oceanu i zapewniają zaopatrzenie w wodę pitną całej okolicy wokół kopalni.

Inną groźbą dla środowiska są pożary złóż węgla – w Chinach rocznie spala się w niekontrolowany sposób od 15 do 20 milionów ton węgla, co przyczynia się do zwiększenia emisji CO₂ do atmosfery.

Choroby typowe dla otoczenia kopalni węglowych to:

- Choroby płuc, nadciśnienie, choroby nerek – zwiększoną częstość ich występowania wśród okolicznych mieszkańców stwierdzono w badaniach w USA.
- Toksyczne poziomy arsenu, fluoru, rtęci i selenu emitowane są przy spalaniu węgla, przenikają do atmosfery i łańcucha pokarmowego okolicznej ludności.

- Zawały w kopalniach i wypadki powodują corocznie zgony tysięcy górników na całym świecie. W samych Chinach w 2006 r. w wypadkach w kopalniach węgla zginęło 4,700 ludzi.

W przypadku braku energetyki jądrowej trzeba utrzymywać i rozwijać energetykę opartą na spalaniu węgla. Die Welt z maja 2012 r. podaje, że liderzy niemieccy żądają budowy nowych elektrowni węglowych⁴¹, a analitycy podkreślają, że Niemcy muszą oprzeć się na węglu – lub importować prąd od sąsiadów, takich jak Czechy lub Francja, a więc wykorzystywać prąd z elektrowni jądrowych⁴². Porównania skutków zdrowotnych wydobywania uranu i węgla są więc uzasadnione – a przemawiają one zdecydowanie na korzyść uranu.

*dr inż. Andrzej Strupczewski, prof. NCBJ,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Świerk*

⁴¹ <http://thegwpf.org/energy-news/5811-german-labour-leader-calls-for-new-coal-fired-power-plants.html>

⁴² <http://www.reuters.com/article/2012/05/18/us-energy-summit-power-gas-idUSBRE84H0C020120518>

KONFERENCJA SEP I MPT

Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP) i biuro Międzynarodowych Targów Poznańskich (MTP) zorganizowały konferencję pt. „BUDOWA ELEKTROWNI JĄDROWEJ – TECHNOLOGIA, FINANSOWANIE, BEZPIECZEŃSTWO I ZARZĄDZANIE PROJEKTEM” w ramach Międzynarodowych Targów Energetyki EXPOPOWER w Poznaniu dniu 23 kwietnia 2018 r. Konferencja zgromadziła bardzo liczne grono osób zainteresowanych i podzielona była na trzy części. W pierwszej dr Józef Sobolewski, dyrektor Departamentu Energii Jądrowej w Ministerstwie Energetyki przedstawił stan prac nad Programem Polskiej Energetyki Jądrowej w Polsce, drugą część zawierała wystąpienia przedstawicieli polskiego przemysłu związanego z energetyką jądrową i zakończyła się dyskusją panelową, a w trzeciej części wystąpili przedstawiciele firm zagranicznych potencjalnie zainteresowani budową elektrowni jądrowej w Polsce. Omówienie konferencji ukazało się na stronie internetowej SEP:

<https://sep.com.pl/aktualnosci/budowa-elektrowni-jadrowej-technologie-finansowanie-bezpieczenstwo-i-zarzadzanie-projektem.html>

wraz z wystąpieniami w drugiej i trzeciej części. Zatem chciałbym się ograniczyć do kilku osobistych spostrzeżeń uczestnika konferencji.

Wiadomo, że przeciągają się prace nad uaktualnieniem planów budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Departament Energii od ponad dwóch lat intensywnie nad tym pracuje, ale nic nowego nie zostało powiedziane. Natomiast w wystąpieniach przedstawicieli przemysłu odnotowano następujące ciekawe i bezdyskusyjne stwierdzenia:

1) Polska musi zmierzać w kierunku ograniczenia emisji dwutlenku węgla przy wytwarzaniu energii elektrycznej i jedną z dwóch dróg prowadzących w tym kierunku jest energetyka jądrowa oprócz odnawialnych źródeł energii,

2) finansowanie budowy elektrowni jądrowej można rozpatrywać w trzech wariantach dotyczących bloku w Olkiluoto (Finlandia), Hinkley Point C (Wielka Brytania) i Paks II (Węgry),

3) przedstawienie zagadnień bezpieczeństwa powtarza

się na każdej konferencji o energetyce jądrowej, ale niestety nie przekłada się to na ogólne odczucie społeczeństwa i warto zastanowić się jak skuteczniej przekonywać do tego społeczeństwo, którego przedstawiciele jednym tchem wymieniają trzy wielkie katastrofy w energetyce jądrowej nie zwracając żadnej uwagi na ich kompletnie różne przyczyny,

4) bardzo ciekawe było wystąpienie przedstawiające zarządzanie dużym projektem inwestycyjnym w sektorze energetycznym, który daje pojęcie o skali trudności budowy elektrowni jądrowej, a co w mniejszej skali doświadczamy w Polsce w ostatnich latach przy budowach bloków o mocy 1000 MW.

Dyskusja panelowa stanowiła pewne rozwinięcie omówionych wyżej referatów i wskazała kilka interesujących zagadnień:

a) przedstawiono konkretny przykład udziału firm polskich w budowie EJ Olkiluoto (Finlandia), dostawach wyposażenia (Energomontaż-Północ) i pracach montażowych (Elektrobudowa),

b) podniesiono sprawę lokalizacji, czy rzeczywiście powinny to być obecnie wytypowane miejsca (Żarnowiec i Lubiatowo-Kopalino), czy może to być na przykład Bełchatów?

Ostatnią, trzecią część konferencji stanowił panel prezentacji następujących firm:

- Hitachi GE Nuclear Energy (Japonia, USA),
- EDF (Francja),
- Korea Hydro & Nuclear Power (Republika Korei)
- Westinghouse Electric Company (USA).

Nasuwa się nieodparte wrażenie, że przedstawiciele każdej z nich chcieli przedstawić słuchaczom pogląd, że nasza konstrukcja jest najlepsza, ale niech na ten temat wypowiedzą się kompetentni krajowi specjaliści, jeśli jeszcze takowych posiadamy.

*dr inż. Andrzej Mikulski
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa*

Migawki fotograficzne z konferencji zamieszczono na 4 stronie okładki.