

**Prace Naukowe  
Głównego Instytutu Górnictwa**

**STUDIA – ROZPRAWY – MONOGRAFIE**

**Nr 883**

**Bogusław MICHALIK**

**Skazenie promieniotwórcze środowiska powodowane  
działalnością podziemnych zakładów górniczych**

**RADIOACTIVE CONTAMINATION OF ENVIRONMENT CAUSED  
BY ACTIVITY OF UNDERGROUND MINES**

**KATOWICE 2011**

## SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b> .....	9
1.1. Naturalna promieniotwórczość .....	9
1.2. Zagrożenie radiacyjne związane z obecnością naturalnych nuklidów promieniotwórczych .....	11
1.3. Klasyfikacja obszarów występowania podwyższonej naturalnej promieniotwórczości.....	11
1.4. Występowanie NORM i TENORM w Polsce.....	15
<b>2. Geneza osadów zawierających podwyższoną zawartość izotopów radu</b> .....	17
2.1. Wody radonośne .....	17
2.1.1. Właściwości promieniotwórcze wód dołowych .....	21
2.1.2. Powstawanie osadów promieniotwórczych.....	23
2.2. Oczyszczanie wód słonych z radu .....	26
<b>3. Występowanie osadów zawierających podwyższone stężenia radu – skala problemu</b> .....	28
3.1. Występowanie osadów zawierających podwyższone stężenie radu .....	29
3.2. Osadniki wód dołowych .....	39
<b>4. Cel i zakres pracy</b> .....	41
<b>5. Zagrożenie radiacyjne środowiska</b> .....	43
5.1. Luki w istniejącym stanie wiedzy .....	45
5.2. Metoda oceny zagrożenia radiacyjnego środowiska .....	49
5.3. Specyfika zagrożenia środowiska związanego z występowaniem NORM .....	54
5.4. Charakterystyka zagrożenia radiacyjnego powodowanego przez osady powstające z wód radonośnych.....	56
5.4.1. Prawo rozpadu promieniotwórczego i rozpad sukcesywny.....	57
5.4.2. Nuklidy promieniotwórcze występujące w osadach powstających z wód kopalnianych.....	60
5.4.3. Ewolucja zagrożenia związana z rozpadem promieniotwórczym .....	72
5.4.4. Metody oznaczania wieku osadów .....	75
5.4.5. Właściwości pierwiastków powodujących skażenie osadów .....	77
5.4.6. Badania mineralogiczne i występowanie skażeń skojarzonych.....	82
<b>6. Charakterystyka terenów skażonych osadami zawierającymi podwyższone stężenia radu</b> .....	104
6.1. Osadnik „Bojszowy” .....	109
6.1.1. Szczegółowe badania osadnika „Bojszowy” .....	112
6.1.2. Analiza wyników pomiarów stężenia radu w próbkach wód .....	112
6.1.3. Analiza wyników pomiarów stężenia radu w próbkach osadów .....	114
6.1.4. Próba bilansu ilości radu związanego w osadach na dnie zbiornika „Bojszowy” .....	116
6.1.5. Osadnik „Bojszowy” po wyłączeniu z eksploatacji .....	117
6.2. Osadnik „Rontok Wielki” .....	120
6.2.1. Szczegółowe badania zbiornika „Rontok Wielki”.....	125
6.2.2. Analiza wyników pomiarów stężenia radu w wodach i osadach.....	129
6.2.3. Próba bilansu ilości radu związanego w osadach na dnie zbiornika „Rontok Wielki” .....	134
6.3. System dozująco-retencyjny „Olza” .....	136

6.3.1.	Osady promieniotwórcze w kolektorze systemu retencyjno- -dozującego „Olza” .....	138
6.3.2.	Stężenie izotopów radu w osadach z osadników wód dołowych .....	143
6.4.	Skażenie rzek i strumieni na terenach działalności górniczej .....	148
6.4.1.	Gmina Świerklany .....	149
6.4.2.	Potok Goławiecki .....	152
6.4.3.	Jastrzębianka .....	155
<b>7.</b>	<b>Ocena zagrożenia radiacyjnego na terenach występowania osadów dołowych z kopalń .....</b>	<b>157</b>
7.1.	Testy wymywalności .....	159
7.1.1.	Wymywanie nuklidów promieniotwórczych z TENORM .....	163
7.1.2.	Wymywanie izotopów radu z osadów powstających z wód radonośnych .....	166
7.1.3.	Wymywanie a skład mineralny .....	171
7.2.	Współczynniki transferu skażeń promieniotwórczych z podłoża do organizmów żywych .....	172
7.2.1.	Współczynniki transferu na terenach skażonych radem .....	180
7.2.2.	Analiza danych pomiarowych .....	188
7.3.	Ocena dawek promieniowania dla flory i fauny .....	196
7.3.1.	Metody szacowania współczynników <i>DCF</i> .....	199
7.3.2.	Ocena dawek dla roślin na terenach skażonych osadami .....	203
7.3.3.	Ocena dawek dla fauny .....	206
7.3.4.	Analiza wyników .....	206
<b>8.</b>	<b>Rewitalizacja i rekultywacja terenów skażonych .....</b>	<b>208</b>
8.1.	Koncepcje postępowania z osadami zawierającymi rad .....	210
8.1.1.	Pozostawienie osadów na miejscu ich powstania i rekultywacja terenu .....	211
8.1.2.	Usunięcie osadów i docelowe składowanie .....	212
8.1.3.	Postępowanie ze skażonymi elementami instalacji odwadniania kopalń .....	213
8.2.	Rozcieńczanie osadów w odpadowych masach skalnych .....	214
8.3.	Zastosowanie fitotechnologii w remediacji terenów skażonych osadami zawierającymi rad .....	218
8.3.1.	Możliwości i ograniczenia stosowania fitotechnologii .....	219
8.3.2.	Współczynniki ekstrakcji nuklidów promieniotwórczych z podłoża przez rośliny .....	220
8.3.3.	Ocena skuteczności stosowania fitotechnologii .....	222
<b>9.</b>	<b>Osady dołowe z kopalń a wymagania prawne z zakresu ochrony radiologicznej .....</b>	<b>224</b>
9.1.	Struktura systemu prawnego w zakresie ochrony przed promieniowaniem jonizującym .....	225
9.1.1.	Promieniotwórczość naturalna .....	225
9.1.2.	Działalność związana z narażeniem na promieniowanie jonizujące .....	227
9.1.3.	Odpady promieniotwórcze .....	230
9.1.4.	Ochrona środowiska .....	231
9.2.	Interpretacja istniejących przepisów w kontekście postępowania z materiałami zawierającymi podwyższoną zawartość naturalnych nuklidów promieniotwórczych .....	234

9.2.1.	Wyłączenie z obowiązku zgłoszenia lub uzyskania zezwolenia .....	234
9.2.2.	Zasady klasyfikowania osadów .....	236
9.2.3.	Osady o stężeniu radu poniżej 10 kBq/kg .....	239
9.3.	Propozycja postępowania.....	241
<b>10.</b>	<b>Podsumowanie i wnioski.....</b>	<b>244</b>
<b>Literatura</b>	<b>.....</b>	<b>249</b>