

Analiza skuteczności dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu oraz identyfikacja dedykowanych środków ochrony pracowników



Centralne Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

Katarzyna Cwik, Kamila Kempny, Maciej Norenberg, Zuzanna Pawłowska, Katarzyna Wołoszczuk

| Seminaria CLOR 08.05.2023

PROJEKT

- Program wieloletni „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy – VI etap,
- okres realizacji: lata 2023–2025,
- finansowany w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju,
- Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy

CEL PROJEKTU

Celem głównym projektu jest rozpoznanie, zbadanie i ocena skuteczności dostępnych środków technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu w miejscach pracy, zbadanie narażenia na radon w wybranych budynkach oraz opracowanie poradnika zawierającego zalecenia odnośnie do stosowania efektywnych rozwiązań ograniczających stężenie radonu w budynkach oraz stosowania właściwie dobranych środków ochrony pracowników.

HARMONOGRAM PROJEKTU

Nr projektu	Temat projektu	Temat etapu	Data rozpoczęcia etapu	Data zakończenia etapu
III.PN.09	Analiza skuteczności dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu oraz identyfikacja dedykowanych środków ochrony pracowników	Przegląd dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu w budynkach i na stanowiskach pracy oraz testy laboratoryjne skuteczności wybranych rozwiązań technicznych ograniczających stężenie radonu w budynkach	01.01.2023	30.04.2024
		Pomiary stężenia radonu w budynkach. Opracowanie poradnika, materiałów szkoleniowych i materiałów informacyjnych nt. skuteczności dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu oraz doboru środków ochrony pracowników.	01.01.2024	31.12.2024

ETAP 1

W ramach 1. Etapu zostały wykonane następujące prace:

- opracowanie bazy (zestawienia) dostępnych na świecie oraz w kraju środków ograniczających stężenie radonu wraz z charakterystyką ich skuteczności;
- przeprowadzenie testów laboratoryjnych skuteczności wybranych, komercyjnie dostępnych rozwiązań technicznych służących do ochrony przed radonem. W ramach zadania zostaną wykonane badania pod kątem oceny skuteczności ochrony przed radonem osób zawodowo narażonych:
 - ▷ przepuszczalności folii antyradonowych (min. 3 różnych producentów),
 - ▷ efektywności oczyszczaczy powietrza w obniżaniu stężenia radonu w powietrzu (5 różnych typów oczyszczaczy),
 - ▷ różnych rodzajów środków ochrony pracowników (maski ochronne - 5 różnych typów).
- opracowanie 1 artykułu popularnonaukowego oraz 1 artykułu naukowego prezentującego wyniki projektu

ETAP 1- zestawienie

Opracowanie bazy (zestawienia) dostępnych na świecie oraz w kraju środków ograniczających stężenie radonu wraz z charakterystyką ich skuteczności

W zestawieniu zostały opisane metody:

- ▷ uszczelniania dróg wnikania radonu do budynku:
- ▷ wentylacja
- ▷ system depresuryzacji podłogowej SSD (ang. Sub-slab depressurization)
- ▷ rozwiązania na zewnątrz budynku
- ▷ środki ochrony indywidualnej

https://clor.waw.pl/images/pliki/Dozymetria_Radonu/radon_baza_rozwiza_zapobiegawczych.pdf

ETAP 1- zestawienie

Typ rozwiązania		Opis	Zmniejszenie stężenia w budynku		Efektywność
			radon	pochodne radonu	
rozwiązania budowlane - wewnątrz budynku					
Uszczelnienie dróg wnikania radonu do budynku	membrany/folie antryradonowe	Należy stosować membrany/papy z oznaczeniem "antryradonowe". Montuje się je na podłogach i/lub ścianach stykających się z gruntem. W przypadku membran antryradonowych ciężko jest wyłożyć podłogę jedną płachtą, zazwyczaj łączy się ze sobą kilka płacht. Ważne jest, żeby dobrze zabezpieczyć ich łączenie, inaczej radon przedostanie się przez nieszczelności i efektywność tego zabezpieczenia spadnie do zera. Z kolei wylewając papę antryradonową, należy skonsultować z producentem grubość i liczbę warstw zabezpieczających. Przed zakupem papy/folii warto zażądać od producenta świadectwami z badań laboratoryjnych, mówiącymi jaki jest stopień przepuszczalności radonu maty/papy antryradonowej.	tak	tak	35-70 %
	papy antryradonowe		tak	tak	
	uszczelnienie dróg przenikania radonu do budynku	Część zabezpieczeń można wykonać samodzielnie. Jedną z metod jest uszczelnienie masą uszczelniającą typowych dróg wnikania radonu do budynku (np. połączenia podłogi ze ścianami, pęknięcia w płytach betonowych, luźne przejścia rur). Nie wszystkie nieszczelności są widoczne gołym okiem, dodatkowo z biegiem czasu mogą pojawić się nowe pęknięcia, dlatego najlepiej połączyć tę metodę razem z innymi zabezpieczeniami antryradonowymi.	tak	tak	10-60 %
Wentylacja	Zmniejszenie podciśnienia w budynku	Podciśnienie w budynku spowodowane jest różnicą temperatur pomiędzy wnętrzem budynku i otoczeniem, wiatrem oraz w niektórych przypadkach zainstalowaną wentylacją mechaniczną. Standardowo różnica ciśnień między budynkiem i otoczeniem jest niewielka - w granicach 1-10 Pa. Ta różnica ciśnień jest przyczyną, tzw. efektu kominowego, czyli zasysania do wnętrza budynku radonu z gruntu poprzez pęknięcia i nieszczelności w fundamentach. Różnicę ciśnień można kontrolować regulując przepływ powietrza w wentylacji mechanicznej, zwiększając liczbę otworów wentylacyjnych w wentylacji naturalnej, lub poprzez częstsze otwieranie okien/drzwi.	tak	tak	50-70 %
	wentylacja mechaniczna wywiewna	Wentylacja mechaniczna polega na wymuszonej wymianie powietrza w budynku. Wykorzystuje się do tego celu wentylatory wraz z przewodami do zasysania powietrza wewnętrznego przez system klimatyzacyjny budynku i odprowadzania go na zewnątrz. Zaletą wentylacji mechanicznej jest możliwość regulacji siły wyciągu, efektywność jest niezależna od warunków środowiskowych i od wiatru oraz jest o wiele bardziej wydajna od wentylacji naturalnej. Do wad można zaliczyć zużycie prądu, które jest tym większe im wyższe jest stężenie radonu, możliwość powodowania hałasu, a w przypadku wentylacji bez wymiennika ciepła ochładzanie budynku, co z kolei zwiększa koszty związane z ogrzewaniem. Dodatkowo nie zainstalowana/stosowana wentylacja mechaniczna zwiększa podciśnienie w budynku, co powoduje wysysanie radonu z gruntu z większą siłą. Rozwiązaniem to zalecane jest raczej do pojedynczych domów, nie do większych budynków ze względu na trudną regulację przepływów w większej liczbie pomieszczeń. Najlepiej sprawdzi się w połączeniu z innymi metodami, np. uszczelnieniem fundamentów i dróg wejścia radonu.	tak	tak	10-60 % W zależności od siły wywiewu
	wentylacja naturalna/grawitacyjna	Najczęściej stosowana metoda wentylacji. Polega na powstawaniu ciągu powietrza w kanale wentylacyjnym na skutek różnicy gęstości powietrza zewnętrznego i wewnętrznego. Wymiana powietrza zależy od różnicy ciśnień pomiędzy powietrzem wewnętrznym i zewnętrznym, kubatury budynku, szczelności budynku, siły wiatru, liczby otworów wentylacyjnych, okien, drzwi i powierzchni ich otwarcia. Najprostszym przykładem wentylacji naturalnej jest wietrzenie pomieszczeń poprzez otwarcie okien lub drzwi. Szybkość wymiany powietrza cechuje się dużymi wahaniami dobowymi i sezonowymi.	tak	tak	10-50 % W budynkach o podwyższonym stężeniu radonu (powyżej poziomu odniesienia 300 Bq/m ³) wyłączenie w połączeniu z innymi metodami obniżającymi stężenie radonu

ETAP 1 Folie antyradonowe

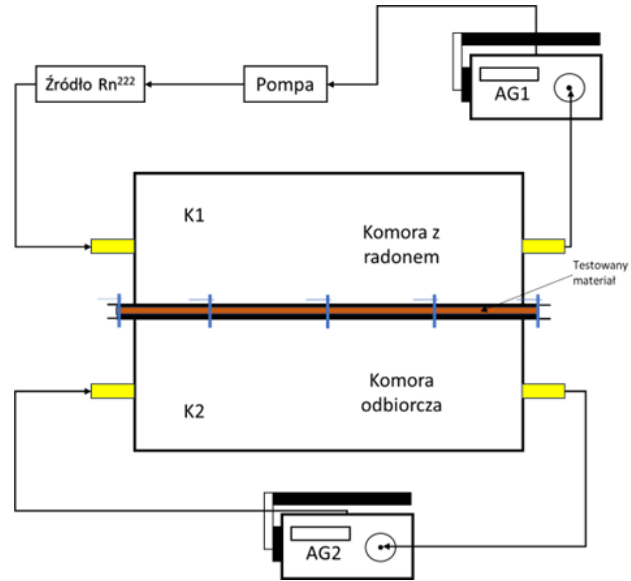
Kolejnym etapem prac były testy laboratoryjne skuteczności wybranych, komercyjnie dostępnych rozwiązań technicznych służących do ochrony przed radonem. Przetestowano trzy rodzaje folii antyradonowych:

- papa ICOPAL FUNDAMENT ANTYRADON 4,0 SZYBKI PROFIL SBS o grubości 4 mm,
- folia ldpe/hdpe „Foliarex 300” o grubości 0,3 mm,
- wodna emulsja bitumiczno-kauczukowa z wypełniaczem mineralnym IZOHAN WM.

Celem badań było sprawdzenie możliwości wykorzystania ogólnodostępnych materiałów do izolacji poziomej fundamentów jako barier anty-radonowych.

Zaprojektowano, a następnie wykonano stanowisko pomiarowe. Na podstawie pomiarów wyznaczono współczynniki P – radon transmittance (przenikanie radonu) oraz k – radon permeability (przepuszczalność radonu).

ETAP 1 Folie antyradonowe



ETAP 1 Oczyszczacze powietrza

Wykonano testy 5 typów komercyjnie dostępnych oczyszczaczy powietrza. Doświadczenia przeprowadzono w komorze radonowej o objętości 12.7 m³. Stężenie aktywności radonu w komorze radonowej zostało wygenerowane przy użyciu przepływowego źródła radonu Pylon. Jako instrumenty referencyjne wykorzystano AlphaGuard DF 2000 oraz spektrometr średnic pochodnych radonu RPPSS.

W pierwszym etapie sprawdzono w jakim stopniu oczyszczacze powietrza filtrują radon, a w kolejnym jak filtrują pochodne radonu.

ETAP 1 Oczyszczacze powietrza



ETAP 1 Oczyszczacze powietrza

Wyniki testów oczyszczaczy powietrza- stężenie aktywności radonu

		Bez Oczyszczacza	Coway	Dyson	Klarta	Sharp	Samsung
Stężenie aktywności radonu [Bg/m ³]	Przed włączeniem oczyszczacza	4146 ± 347	4205 ± 351	4094 ± 334	3721 ± 334	3939 ± 391	3737 ± 313
	Po włączeniu oczyszczacza	3901 ± 357	3495 ± 340	3570 ± 356	3379 ± 304	3670 ± 420	3180 ± 321
Spadek stężenia aktywności radonu [%]		3,6	14,5	10,5	6,9	4,5	13,7

ETAP 1 Oczyszczacze powietrza

Wyniki testów oczyszczaczy powietrza- pochodne radonu

		Bez Oczyszczacza	Coway	Dyson	Klarta	Sharp	Samsung
PAEC [$\mu\text{J}/\text{m}^3$]	Przed włączeniem oczyszczacza	10,44 ± 0,11	15,5 ± 1,2	13,1 ± 1,2	13,1 ± 1,3	11,37 ± 0,91	17,1 ± 1,2
	Po włączeniu oczyszczacza	17,7 ± 1,2	0,080 ± 0,040	0,66 ± 0,30	0,38 ± 0,21	0,36 ± 0,14	0,26 ± 0,15
Współczynnik równowagi [%]	Przed włączeniem oczyszczacza	42	62	54	59	48	76
	Po włączeniu oczyszczacza	46	0	0,03	2	2	1
Warunki środowiskowe	P [hPa]	1004	1020	992	1005	1009	1016
	H [%]	51	37	50	42	41	39
	T [C]	23	20	21	19	18	31

ETAP 1 Maski ochronne

Przebadano pięć różnych, dostępnych na rynku masek ochronnych:

- FFP 1 producent M3.
- FFP2 producent Leikang,
- FFP2 producent Filter Service,
- FFP3 producent Irudek,
- FFP3 producent 3M,

Zbadano efektywność filtracji radonu oraz pochodnych radonu.

ETAP 1 Maski ochronne



Modele masek ochronnych użytych w badaniach (A-FFP1, B-FFP2 v2, C-FFP2 v3, D-FFP3 v1, E-FFP3 v2)

ETAP 1 Maski ochronne



a)



Maska zamontowana na uchwycie detektora przyrządu AlphaPM

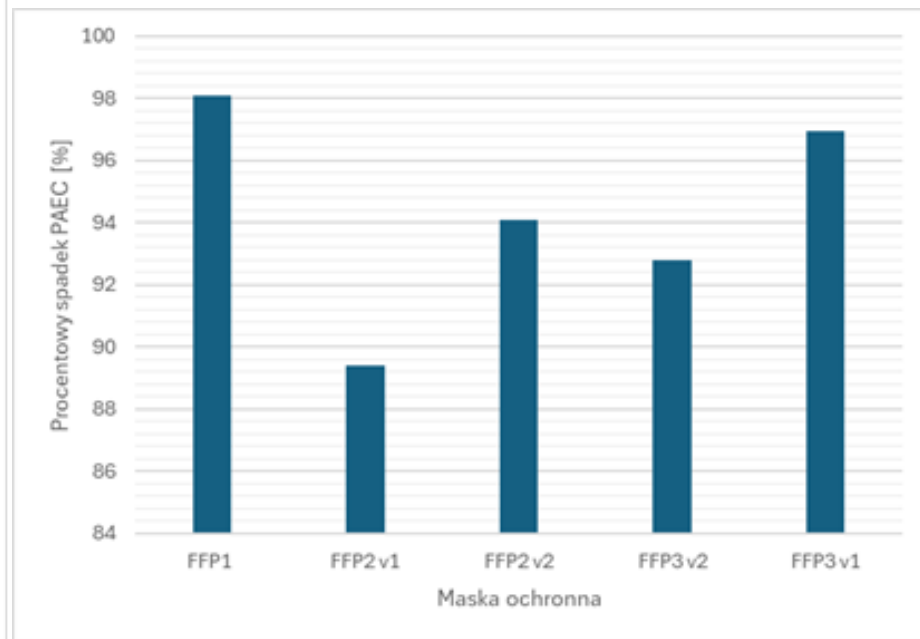
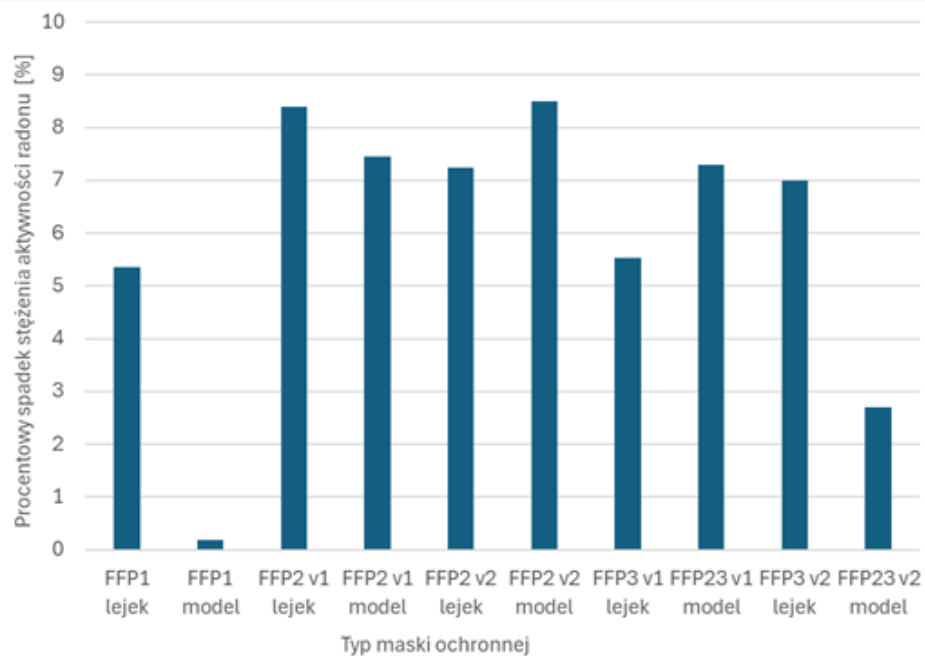


b)



Zastosowany uchwyt maski ochronnej a) lejek, b) model

ETAP 1 Maski ochronne



ETAP 1 publikacje

Dostępne rozwiązania techniczne służące ograniczaniu stężeń radonu

- ▷ zgłoszone do Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna

Filtration of radon and radon progenies with protective masks

- ▷ zgłoszone do Nukleonika

ETAP 2

Zadania na 2024 rok:

- pomiary stężenia radonu w powietrzu w budynkach, w których mogą być zatrudnieni pracownicy na terenach, na których średnioroczne stężenie promieniotwórcze radonu w powietrzu wewnątrz pomieszczeń w znacznej liczbie budynków może przekraczać poziom odniesienia (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 czerwca 2020 roku). Pomiary stężenia radonu w powietrzu wykonane będą w pomieszczeniach, w których mogą być zatrudniani pracownicy w wybranych budynkach (ok. 50) zlokalizowanych w miejscach i na terenach wskazanych w ww. Rozporządzeniu;

ETAP 2

Zadania na 2024 rok:

- opracowanie poradnika dla pracodawców, pracowników służby bhp oraz inspektorów ochrony radiologicznej pt. „Analiza dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczeniu stężeń radonu oraz środków ochrony pracowników”. Treść poradnika będzie omawiać:
 - ▷ charakterystykę miejsc pracy ze wskazaniem na miejsca pracy z wysokim prawdopodobieństwem przekroczenia poziomu odniesienia 300 Bq/m^3 ,
 - ▷ przepisy prawne dotyczące ochrony przed radonem,
 - ▷ źródła radonu oraz główne drogi dostawania się radonu do budynku,
 - ▷ dostępne rozwiązania techniczne służące ograniczeniu stężeń radonu,
 - ▷ dostępne środki ochrony pracowników służące zmniejszeniu narażenia pracowników na radon,
 - ▷ analizę skuteczności ww. środków ochrony.

ETAP 2

Zadania na 2024 rok:

- organizacja i przeprowadzenie seminarium w celu weryfikacji wersji roboczej poradnika i popularyzacji wyników projektu;
- opracowanie materiałów informacyjnych prezentujących zasady ograniczania ekspozycji na radon i jego pochodne;
- opracowanie 1 artykułu naukowego prezentującego wyniki projektu,
- opracowanie i wygłoszenie 1 referatu lub plakatu na konferencji międzynarodowej



Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania

Dziękuję za uwagę!

Opracowano na podstawie wyników programu wieloletniego „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy – VI etap, okres realizacji: lata 2023–2025, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy.