

Dostępne środki zapobiegania przenikaniu radonu do nowych budynków

SZKOLENIE • 25.11 oraz 28.11.2025
szkolenieradon.pl

Informacje organizacyjne



- ☐ **Celem naszego spotkania jest dostarczenie Państwu kompleksowej wiedzy niezbędnej do skutecznego monitorowania, oceny i zarządzania poziomem radonu w budynkach, zgodnie z aktualnymi wymogami prawa.**
- ☐ Zachęcamy do zadawania pytań na czacie na bieżąco, w trakcie trwania wykładów. Nasi prelegenci odniosą się do nich po zakończeniu każdego bloku tematycznego lub podczas sesji pytań i odpowiedzi na samym końcu spotkania.
- ☐ Prezentacje do wszystkich wykładów zostaną umieszczone na stronie internetowej szkolenia: szkolenieradon.pl, po zakończeniu.
- ☐ Wszyscy, którzy biorą dziś udział w szkoleniu, otrzymają zaświadczenie uczestnictwa wystawione przez organizatora, które zostanie przesłane mailem najpóźniej do 4 grudnia.

Informacje organizacyjne



1. **Dlaczego zajmujemy się radonem w nowych budynkach?** Czym jest radon, jego źródła i wpływ na zdrowie; mechanizmy przenikania radonu do wnętrza i czynniki wpływające na jego stężenie (rodzaj gruntu, wentylacja, szczelność).
2. **Metody detekcji i monitorowania.** Techniki pomiarowe: detektory pasywne i aktywne; standardy i procedury pomiarów w nowych budynkach; jak poprawnie interpretować wyniki w odniesieniu do poziomów referencyjnych?
3. **Środki zapobiegania przenikaniu radonu.** Inżynierskie rozwiązania ograniczające radon; praktyki budowlane zmniejszające ryzyko akumulacji radonu; przegląd skuteczności dostępnych rozwiązań technicznych.
4. **Prawo i obowiązki.** Zmiany w legislacji i ich konsekwencje; obowiązki prawne związane z monitorowaniem, raportowaniem i możliwe sankcje za ich niedopełnienie.

Prowadzący szkolenie



Robert Bobkier

Prawnik,
dyrektor zarządzający
w Abraham&Ben Hadar Law
and Audit, audytor wewnętrzny
II stopnia (Effective Radon
Solutions), posiada
uprawnienia inspektora do
spraw bhp, członek European
Radon Association, autor lub
współautor ponad 50 publikacji
naukowych

Łukasz Koszuk

fizyk jądrowy,
pracownik Wydziału Fizyki
Politechniki Warszawskiej,
współzałożyciel i prezes
Fundacji FORUM ATOMOWE,
prowadzi własną firmę
doradczą "AI and Nuclear"

Zuzanna Podgórska

ekspert ds. radonu,
ekspert CBRN,
członek
European Radon
Association
i Managing Director
Radonova Polska

Zadania i działalność Państwowej Agencji Atomistyki



01

Państwowa Agencja Atomistyki (PAA) jest **centralnym organem administracji publicznej**, którego nadrzędnym celem jest **zapewnienie bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej w Polsce**.

02

Działania PAA obejmują szeroki **zakres obowiązków** – od nadzoru nad wykorzystaniem promieniowania jonizującego, po prowadzenie działań edukacyjnych i kontrolnych związanych z ochroną ludności i środowiska przed skutkami promieniowania.

03

Agencja działa na podstawie **ustawy Prawo atomowe**, która szczegółowo reguluje zakres jej kompetencji i odpowiedzialności.

04

PAA dokonuje **systematycznej oceny sytuacji radiacyjnej kraju**. Podstawą do takiej oceny są dane pozyskiwane z monitoringu radiacyjnego, informacje na temat zdarzeń radiacyjnych w kraju oraz informacje pozyskiwane od innych państw i organizacji międzynarodowych.

Dlaczego zajmujemy się radonem w nowych budynkach?

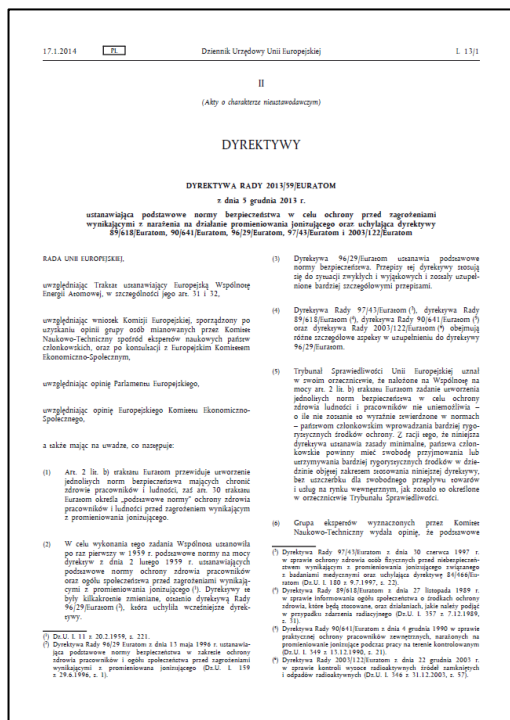
Łukasz Koszuk

lukasz.koszuk@pw.edu.pl

contact@aiandnuclear.com

Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom

Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom ustanawia podstawowe normy ochrony radiologicznej, mające na celu ochronę zdrowia przed szkodliwym działaniem promieniowania jonizującego, w tym radonu, poprzez wprowadzenie jednolitych przepisów i poziomów referencyjnych w państwach UE.



01

Dyrektywę Rady 2013/59/Euratom przyjęto 5 grudnia 2013 roku, a opublikowano w Dzienniku Urzędowym UE 17 stycznia 2014 roku. Ustanawia ona podstawowe normy ochrony radiologicznej.

02

Dokument zastąpił pięć wcześniejszych dyrektyw, m.in. 96/29/Euratom i 2003/122/Euratom. Połączono przepisy, aby dostosować je do najnowszej wiedzy naukowej i praktyk.

03

Dyrektywa zawiera 109 artykułów podzielonych na 10 rozdziałów oraz 19 załączników. Ustanawia poziomy referencyjne dla radonu w powietrzu, określając maksymalną wartość na 300 Bq/m³.

04

Celem dyrektywy jest ochrona zdrowia pracowników, społeczeństwa i pacjentów przed szkodliwym wpływem promieniowania jonizującego, w tym radonu.

Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom



Krajowy plan działań na rzecz ochrony przed radonem

Obowiązek opracowania planu:

Dyrektywa 2013/59/Euratom nakłada na państwa członkowskie obowiązek stworzenia **krajowego planu działań**, który pozwala ograniczać długoterminowe ryzyko związane z radonem w budynkach mieszkalnych, miejscach publicznych i pracy.

Kluczowe elementy planu:

Plan powinien określać obszary o podwyższonym ryzyku, ustalać poziomy referencyjne dla radonu oraz wyznaczać strategie redukcji jego stężeń w istniejących i nowych budynkach. Wprowadza również obowiązek monitorowania miejsc pracy i edukowania społeczeństwa o zagrożeniach związanych z radonem.

Cel:

Zapobieganie narażeniu na radon poprzez skuteczne zarządzanie ryzykiem, wdrażanie działań naprawczych i prowadzenie kampanii informacyjnych.

Krajowe akty prawne i regulacje w zakresie radonu

Ustawa Prawo atomowe

- **Ustawa „Prawo atomowe” reguluje kwestie związane z ochroną radiologiczną i wdrażaniem przepisów wynikających z Dyrektywy 2013/59/Euratom.**
- **Najważniejsze zobowiązania:**
 - właściciele budynków muszą monitorować stężenia radonu w miejscach pracy i budynkach mieszkalnych (Art. 23);
 - pracodawcy są zobowiązani do przeprowadzania pomiarów radonu na terenach o podwyższonym ryzyku oraz wdrażania działań redukujących narażenie (Art. 23c);
 - Krajowy Plan Działania (Art. 23f) wymaga opracowania strategii ochrony i edukacji publicznej.

Krajowy Plan Działania

- Plan został opracowany na podstawie Dyrektywy Rady 2013/59/Euratom w styczniu 2021 roku.
- **Cele planu:**
 - zmniejszenie ryzyka nowotworów płuc wynikających z długotrwałego narażenia na radon;
 - identyfikacja obszarów o podwyższonym ryzyku na podstawie analiz geologicznych i radiologicznych.
- **Działania w ramach planu:** prowadzenie regularnych pomiarów stężenia radonu w budynkach mieszkalnych i miejscach publicznych, wdrażanie metod redukcji radonu, takich jak poprawa wentylacji i izolacja fundamentów, kampanie edukacyjne

Krajowe akty prawne i regulacje w zakresie radonu



Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

- Dokument wdraża zapisy Dyrektywy Rady 2013/51/Euratom.
- Określa limity stężeń radonu w wodzie pitnej: poziomy odniesienia mają zapewnić bezpieczeństwo zdrowotne.
- Nakłada obowiązek regularnego monitorowania jakości wody przez instytucje wodociągowe.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 czerwca 2020 r., Dz. U. poz. 1139 (dotyczy terenów o podwyższonym ryzyku występowania radonu)

- Dokument określa obszary, gdzie średnioroczne stężenie radonu może przekraczać poziom odniesienia 300 Bq/m³, nazwane „terenami radonowymi”.

Zadania i działalność Państwowej Agencji Atomistyki w zakresie radonu



W artykule 23g ustawy Prawo atomowe opisana została szczegółowo rola Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki w zakresie radonu, obejmuje ona m.in.:

- 01** organizację kampanii promującej stosowanie środków mających na celu zapobieganie przenikaniu radonu do nowych budynków.
- 02** prowadzenie działań informacyjno-edukacyjnych oraz szkoleniowych o dostępnych środkach zapobiegania przenikaniu radonu do nowych budynków.
- 03** monitorowanie stosowania środków mających na celu zapobieganie przenikaniu radonu do nowych budynków.
- 04** określanie dobrych praktyk dotyczących technik i środków zapobiegających przenikaniu radonu do nowych budynków.
- 05** zamieszczanie w Biuletynie Informacji Publicznej informacji o instrumentach służących finansowaniu środków mających na celu zapobieganie przenikaniu radonu do nowych budynków.

Kampania Poznaj Radon: →
<https://www.gov.pl/web/poznajradon>

Podział kompetencji w zakresie radonu wynikający z krajowych aktów prawnych

Instytucja	Zakres odpowiedzialności	Podstawa prawna
Minister Zdrowia	Tworzy politykę państwa dot. radonu: zatwierdza Krajowy plan działania, wydaje rozporządzenie wskazujące tereny radonowe, odpowiada za regulacje dot. radonu w wodzie pitnej. Minister Zdrowia we współpracy z Głównym Inspektorem Sanitarnym dokonuje przeglądu krajowego planu działania w przypadku narażenia na radon nie rzadziej niż co 4 lata, a w razie potrzeby dokonuje zmiany tego planu.	Art. 23f Prawa atomowego Krajowy plan działania: „minister właściwy do spraw zdrowia określi, w drodze rozporządzenia, tereny, na których średnioroczne stężenie promieniotwórczego radonu (...) może przekraczać poziom odniesienia (300 Bq/m³)”

Podział kompetencji w zakresie radonu wynikający z krajowych aktów prawnych

Instytucja	Zakres odpowiedzialności	Podstawa prawna
Prezes Państwowej Agencji Atomistyki	Koncentruje się na radonie w nowych budynkach i w polityce ochrony radiologicznej: kampanie i szkolenia dla branży budowlanej, rekomendacje „dobrych praktyk” technicznych, publikacja informacji o instrumentach finansowania środków przeciwradonowych.	Art. 23g Prawa atomowego
Główny Inspektor Sanitarny (GIS)	Identyfikuje tereny radonowe, zleca i koordynuje pomiary, gromadzi i analizuje wyniki pomiarów, prowadzi kampanie informacyjne i szkoleniowe	Prawo atomowe, art. 23e: „Główny Inspektor Sanitarny prowadzi działania mające na celu identyfikację terenów, na których (...) stężenia radonu (...) może przekroczyć poziom odniesienia (300 Bq/m³).” Prawo atomowe, art. 23g ust. 2: „Główny Inspektor Sanitarny organizuje kampanie promujące stosowanie środków mających na celu ograniczenie średniorocznego stężenia radonu w budynkach, lokalach i pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi; (...)” Krajowy plan: „wyniki pomiarów (...) analizuje i archiwizuje Główny Inspektorat Sanitarny.”

Podział kompetencji w zakresie radonu wynikający z krajowych aktów prawnych

Krajowy Plan Działania przypisuje także zadania dotyczące radonu następującym instytucjom:

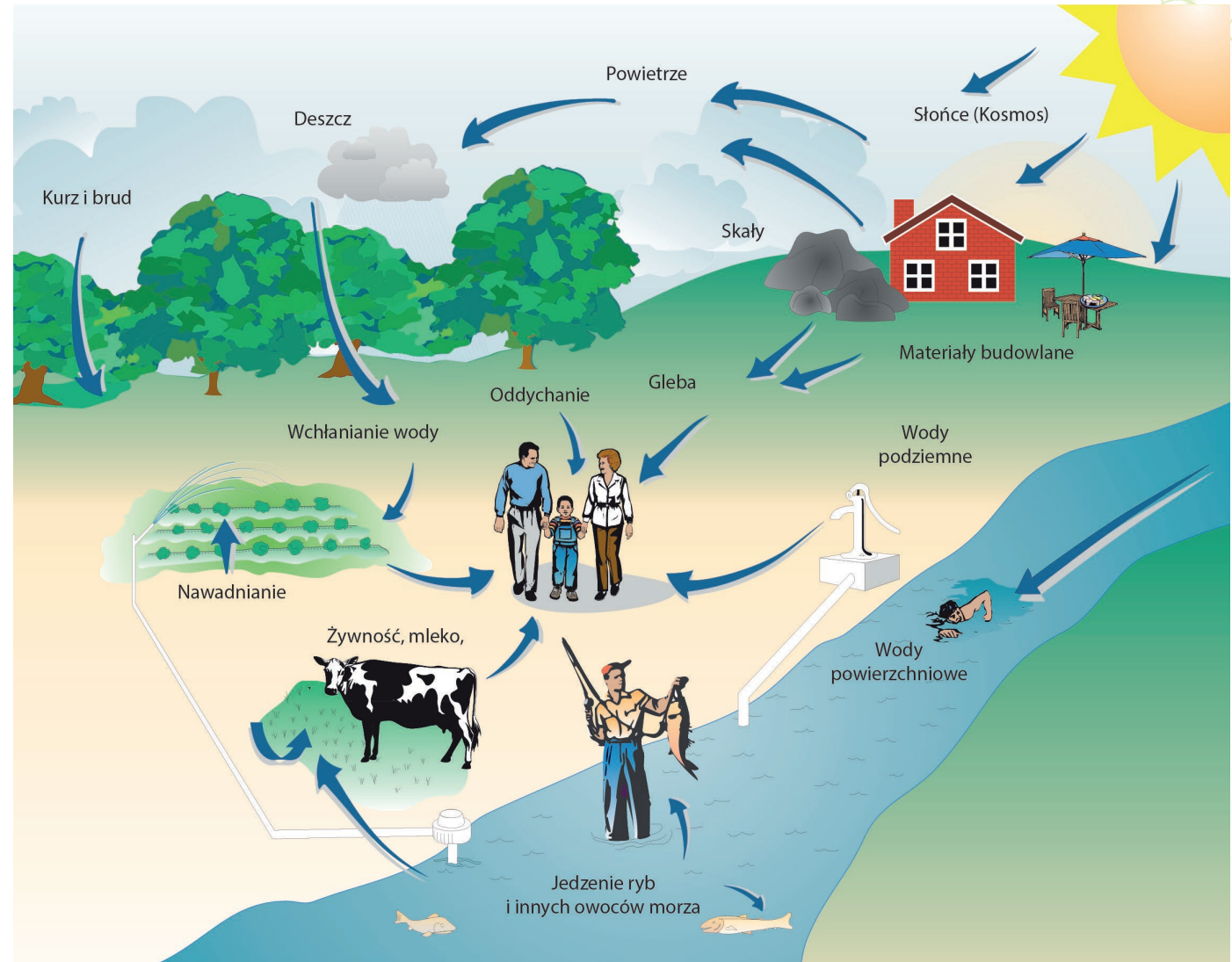
- ❑ **Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera (IMP)** – Instytut wyspecjalizowany w radonie w miejscach pracy: identyfikuje zakłady zagrożone podwyższonym stężeniem radonu, przygotowuje materiały i szkolenia dla Państwowej Inspekcji Sanitarnej i pracodawców, opracowuje materiały profilaktyczne oraz edukacyjne (m.in. wykłady, filmy).
- ❑ **Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego** – główny ośrodek merytoryczny od strony zdrowia publicznego: tworzy materiały o radonie, prowadzi serwis informacyjny, współtworzy treści dla Państwowej Inspekcji Sanitarnej.
- ❑ **Państwowa Inspekcja Sanitarna (wojewódzkie i powiatowe inspektoraty)** – wykonuje w terenie zadania GIS: nadzoruje pomiary, kontakt z mieszkańcami i pracodawcami, udziela porad o radonie, reaguje na przekroczenia (w tym z pomiarów zbywców/najemców oraz w wodzie).
- ❑ **Zespół ds. krajowego planu działania w przypadku narażenia na radon** – ciało doradczo-koordynujące przy MZ – współuczestniczy w planowaniu pomiarów, wyznaczaniu kolejnych terenów i w ewaluacji Krajowego planu.

Naturalne źródła promieniowania jonizującego

Promieniowanie jonizujące jest wszechobecnym zjawiskiem, którego źródła możemy podzielić na **naturalne** i **sztuczne**.

Główne źródła naturalnego promieniowania jonizującego to:

- **przestrzeń kosmiczna,**
- **radionuklidy w skorupie ziemskiej**
- **oraz organizm człowieka**
- **i żywność.**



Naturalne źródła promieniowania jonizującego



- **Promieniowanie kosmiczne:**

- ☐ odkryte w 1912 r. przez Viktora Hessa;
- ☐ pochodzi ze Słońca i odległych obszarów kosmosu;
- ☐ tworzy promieniowanie wtórne w atmosferze: elektrony, miony, gamma, neutrony.

- **Radionuklidy w skorupie ziemskiej:** potas-40, uran-235, uran-238, tor-232.

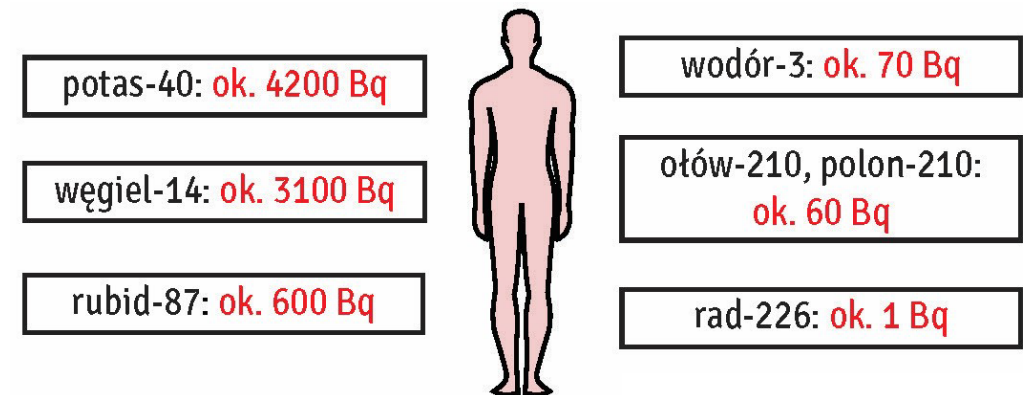
- **Promieniotwórczość w organizmie człowieka:**

potas-40 – aktywność ok. 3700 Bq (bekereli)
w przeciętnym organizmie (ok. 60 kg).

- **Radon:**

- ☐ powstaje z rozpadu uranu-238;
- ☐ odpowiada za 47% dawki od naturalnych źródeł promieniowania jonizującego w Polsce;
- ☐ kumuluje się w zamkniętych przestrzeniach.

Główne izotopy promieniotwórcze w organizmie
dorosłego człowieka o masie 70 kg



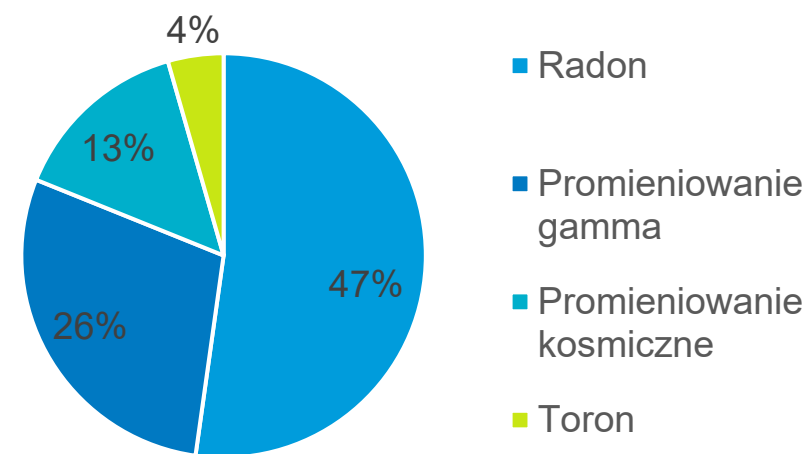
Naturalne źródła promieniowania jonizującego

Całkowita dawka promieniowania jonizującego od źródeł naturalnych otrzymywana przez statystycznego mieszkańca Polski w 2024 roku wyniosła 2,55 mSv.

W szczególności **radon i jego produkty rozpadu** przyczyniły się do dawki na poziomie **1,2 mSv** (Raport roczny Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki za 2024 rok, Państwowa Agencja Atomistyki).

Składowa	Średnia roczna dawka skuteczna [mSv]	Udział w całkowitej rocznej dawce skutecznej od źródeł naturalnych
Radon	1,2	47%
Promieniowanie gamma	0,67	26%
Promieniowanie kosmiczne	0,32	13%
Ciało człowieka	0,26	10%
Toron	0,1	4%

Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w średniej rocznej dawce skutecznej w Polsce w 2024 roku

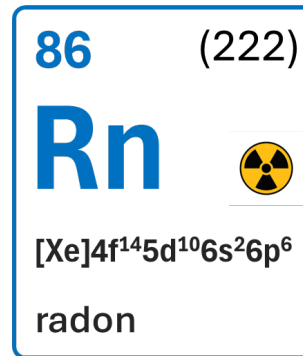


← ↑ Źródło: Raport roczny Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki za 2024 rok, Państwowa Agencja Atomistyki

Radon – promieniotwórczy gaz szlachetny



Ważną składową naturalnego promieniowania jonizującego jest **radon** – gaz powstający w wyniku rozpadu uranu-238 obecnego w skorupie ziemskiej



Radon-222, będący jego najistotniejszym izotopem, przenika do atmosfery przez szczeliny w podłożu i fundamentach budynków, kumulując się w zamkniętych pomieszczeniach.

W efekcie radon odpowiada za około 47% całkowitej dawki promieniowania dla mieszkańca Polski ze źródeł naturalnych.

01

Radon to naturalnie występujący, radioaktywny gaz szlachetny o symbolu chemicznym Rn i liczbie atomowej 86.

02

Radon został odkryty w 1900 roku przez niemieckiego fizyka Friedricha Ernsta Dorna, który początkowo nazwał go „emanacją”.

03

W układzie okresowym pierwiastków znajduje się w grupie gazów szlachetnych, co oznacza, że jest chemicznie obojętny i rzadko tworzy związki z innymi substancjami.

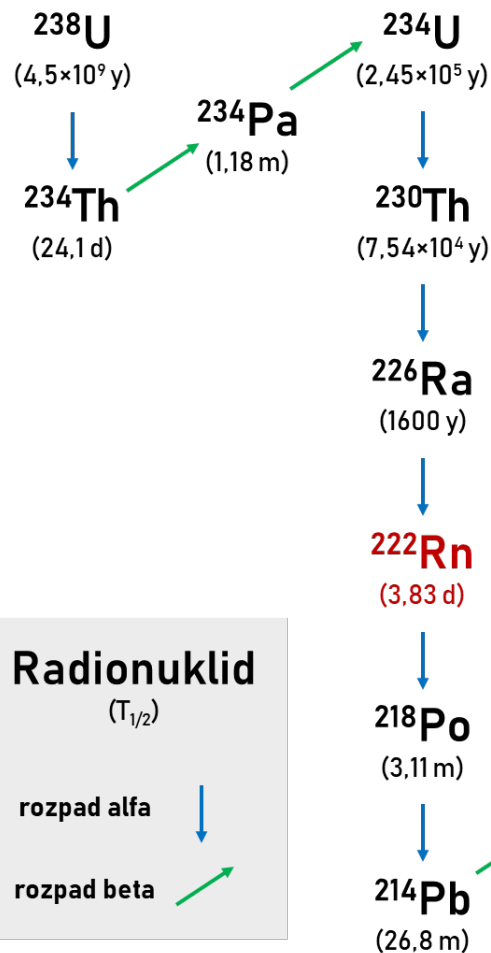
Radon – promieniotwórczy gaz szlachetny



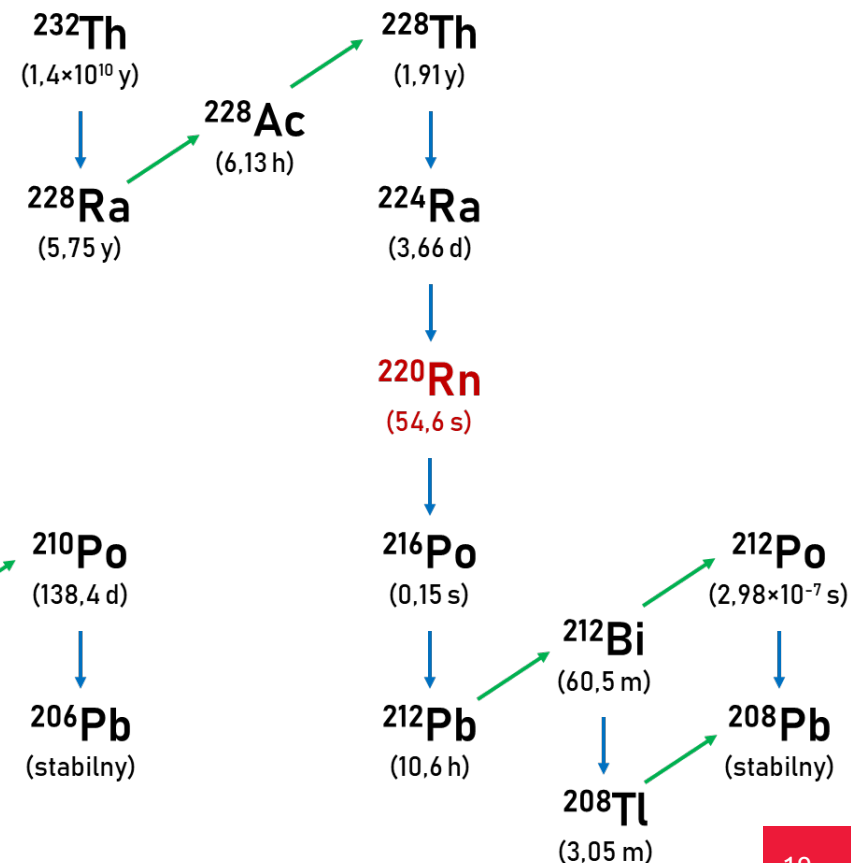
Radon występuje w postaci izotopu **radonu-222**, który powstaje w łańcuchu rozpadów uranu (tzw. **szereg uranowo-radowy**) oraz w postaci izotopu **radonu-220**, powstającego w łańcuchu rozpadu toru (tzw. **szereg torowy**).

Radon-222 jest bardziej znaczący od radonu-220, ponieważ jego okres połowicznego rozpadu wynosi 3,83 dnia i jest najdłuższy w porównaniu do pozostałych izotopów radonu, dla których czas ten jest liczony w sekundach.

Szereg uranowo-radowy



Szereg torowy



Radionuklid

($T_{1/2}$)

rozpad alfa

rozpad beta

Właściwości radonu

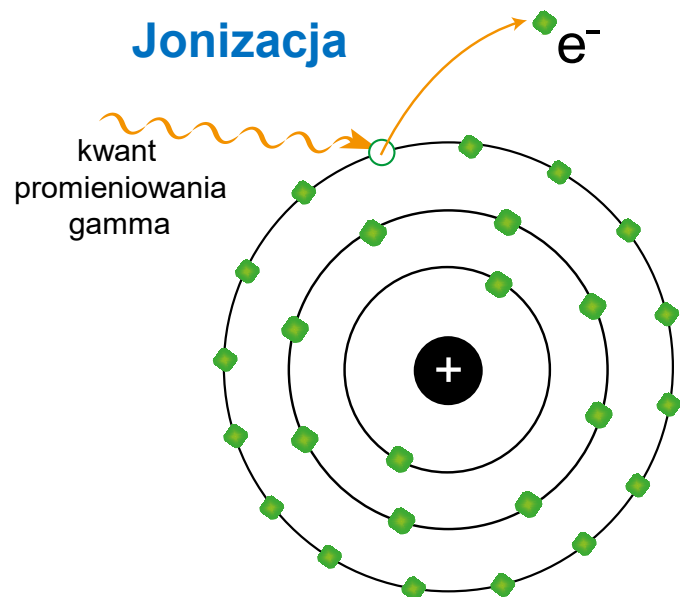
- gaz szlachetny
- naturalny gazowy pierwiastek promieniotwórczy
- okres połowicznego rozpadu 3,83 dnia
- dobrze rozpuszcza się w wodzie
- bezwonny, bezbarwny, niepalny
- 8 razy cięższy od powietrza

W wyniku promieniotwórczego rozpadu radonu-222 emitowane jest promieniowanie alfa (jądro atomu helu-4) i powstają niebezpieczne dla organizmu człowieka produkty rozpadu radonu stanowiące metale ciężkie takie jak polon, bizmut i ołów. Poniżej przedstawiono schemat rozpadu radonu-222 (Rn-222):



Cząstka alfa, czyli jądro atomu helu-4, składa się z dwóch protonów i dwóch neutronów i ma dużą zdolność jonizacji materii przy jednocześnie bardzo małym zasięgu, co daje największą skuteczność biologiczną spośród wszystkich cząstek jonizujących.

Co to oznacza, że cząstka alfa ma dużą zdolność jonizacji?



LET (Linear Energy Transfer) – ilość energii, jaką cząstka promieniowania przekazuje otoczeniu na jednostkę długości przebytej drogi.

$$LET = \frac{dE}{dx}$$

Przykładowe wartości LET:

• Prom. gamma 1,2 MeV	0,3 keV/ μ m
• Protony 10 MeV	4,7 keV/ μ m
• Protony 150 MeV	0,5 keV/ μ m
• Neutrony 14 MeV	12 keV/ μ m
• Ciężkie naładowane cząstki	100-2000 keV/ μ m
• Prom. alfa 2,5 MeV	166 keV/ μ m
• Jony żelaza 2 GeV	1000 keV/ μ m

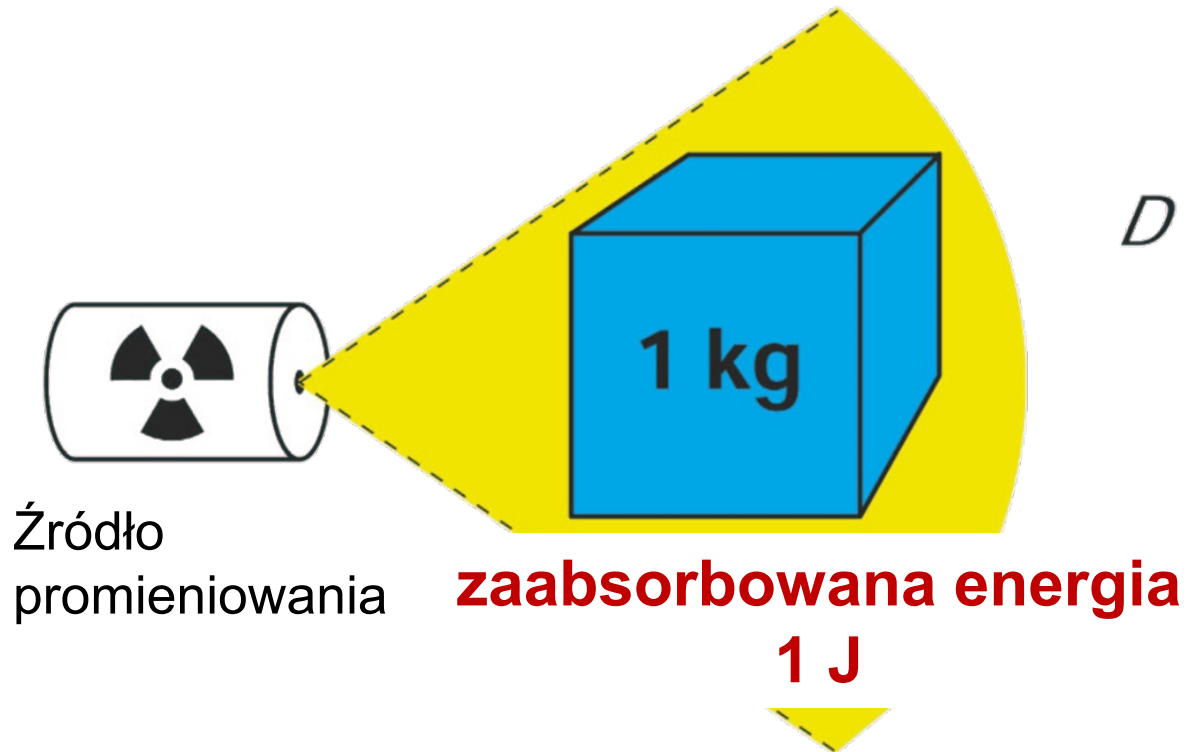
Cząstka alfa = promieniowanie o wysokim LET (wysokiej zdolności jonizacji)

Cząstka alfa zostawia w tkance bardzo gęsty ślad złożony z jonów – w bardzo małej objętości jest zdeponowana duża energia, co mocno uszkadza komórki na swojej drodze.

źródło: MIT OpenCourse
Ware „Principles Of
Radiation Interactions”

Dawka pochłonięta

Określa, jaka ilość energii zostaje przekazana podczas napromieniania materiału.



$$D = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg}} = 1 \text{ Gy}$$

Dawka równoważna H_T

Aby przy pomocy wzorów i liczb wyrazić, jak bardzo niebezpieczne jest dane promieniowanie jonizujące oraz jaką promieniowrażliwość mają różne organy i tkanki, **Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP)** wprowadziła w 1991 roku tzw. „**współczynniki skuteczności**”: dla różnych rodzajów promieniowania – „**współczynnik skuteczności promieniowania**” i dla różnych tkanek biologicznych – „**współczynnik względnej skuteczności biologicznej**”.

Przy pomocy współczynników skuteczności (W_R) promieniowania (jednostka Sv/Gy) można wyliczyć dawkę równoważną H_T (dawka, która deponuje się w organach) z dawki pochłoniętej D .

$$H_T = \sum_R w_R D \quad [\text{Sv, siwert}]$$

Tab. Przykładowe współczynniki wagowe promieniowania jonizującego, źródło: Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 sierpnia 2021 r. w sprawie wskaźników pozwalających na wyznaczenie dawek promieniowania jonizującego stosowanych przy ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące

Rodzaj promieniowania i zakres energii	W_R
Fotony gamma wszystkich energii	1
Elektrony i miony wszystkich energii	1
Neutrony o energii 1 keV	2,5
Neutrony o energii 1 MeV	20,7
Protony i piony naładowane	2
Cząstki alfa, ciężkie jony, fragmenty rozszczepienia	20

Dawka skuteczna E

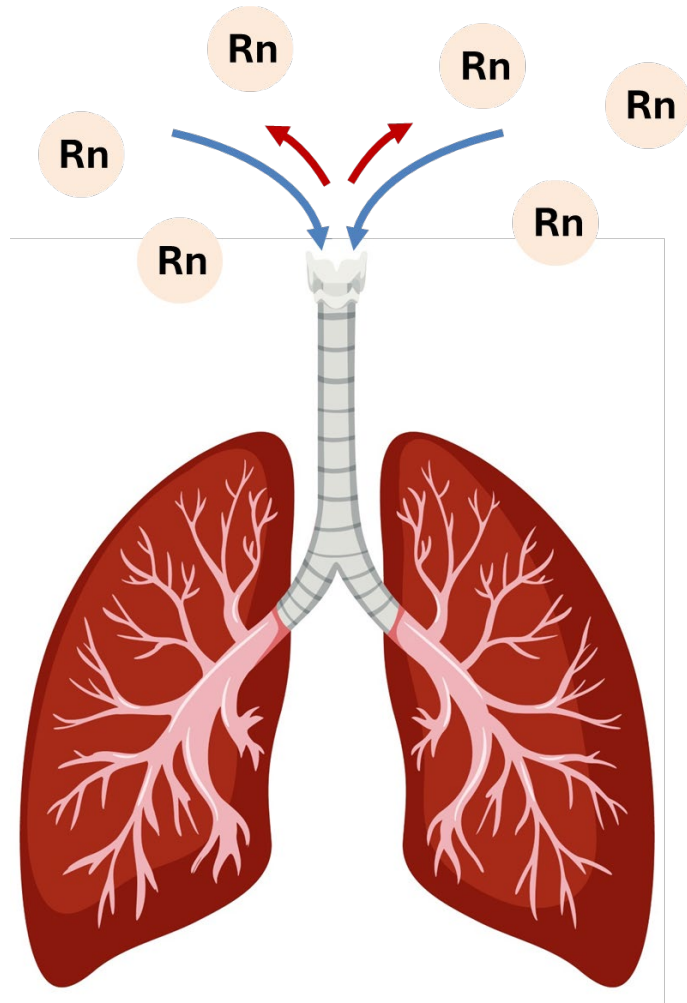
$$E = \sum_R \sum_T w_R w_T D$$

[Sv, siwert]

Tab. Współczynniki wagowe tkanki lub narządu, źródło:
Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 sierpnia 2021 r. w sprawie
wskaźników pozwalających na wyznaczenie dawek promieniowania
jonizującego stosowanych przy ocenie narażenia na promieniowanie
jonizujące

Tkanki lub organy	w_T
Płuca	0,12
Żołądek	0,12
Gonady	0,08
Wątroba	0,04
Tarczycza	0,04
Mózg	0,01
Skóra	0,01
Powierzchnia kości	0,01

Wpływ na zdrowie



Źródło: freepick.com

Dlaczego zajmujemy się radonem?

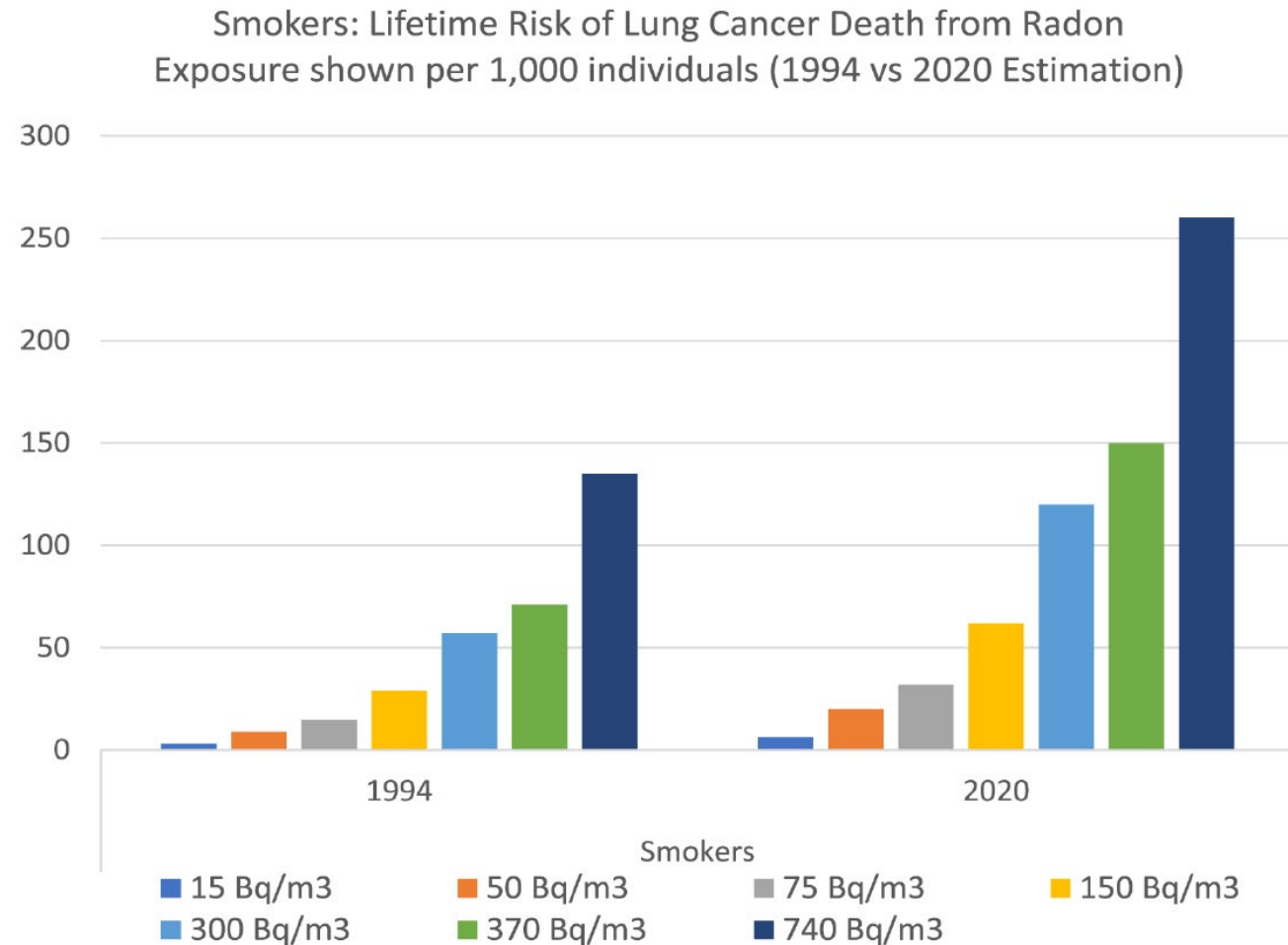
Emisja wysoce jonizującej cząstki alfa w połączeniu z produktami jego rozpadu, którymi są izotopy metali ciężkich (to także są izotopy promieniotwórcze), a dodatkowo uwzględniając stan skupienia radonu, umożliwiającą jego łatwe przemieszczanie się, powoduje, że **radon stanowi potencjalne zagrożenie dla ludzkiego organizmu**.

Najbardziej narażone są drogi oddechowe, ponieważ powietrze z radonem jest wdychane i wydychane z płuc. Szczególnie niebezpieczne jest osadzanie się w drogach oddechowych radioaktywnych produktów rozpadu radonu, które ulegają kolejnym procesom rozpadów, w tym alfapromieniotwórczych. **Według Światowej Organizacji Zdrowia (ang. World Health Organization, WHO) radon jest odpowiedzialny za 3–14% przypadków zachorowań na nowotwór płuc i zaraz po paleniu papierosów jest głównym czynnikiem narażenia.**

Wpływ na zdrowie

Bobkier, R., Kovler, K., Tsapalov, A., & Czech, E. K. (2025). "Fusion of Horizons": Part III. Rethinking radon Risk: Scientific advances and regulatory implications (since 1990s). *Journal of Environmental Radioactivity*, 107707

- W 1994 roku sądzono, że przy stężeniu 150 Bq/m^3 ryzyko raka płuc u palaczy wynosi 29 na 1000 osób. **Nowe analizy z 2020 roku podniosły tę liczbę do 62 na 1000 (ponad dwukrotny wzrost)**
- Alarm dla osób niepalących! Liczba szacowanych przypadków raka płuc u osób niepalących wzrosła w nowych modelach aż o 350% w porównaniu do szacunków z lat 90.
- Brak bezpiecznego progu: WHO zaleca poziom 100 Bq/m^3 , ale **każde kolejne 100 Bq/m^3 zwiększa ryzyko o 16%.**

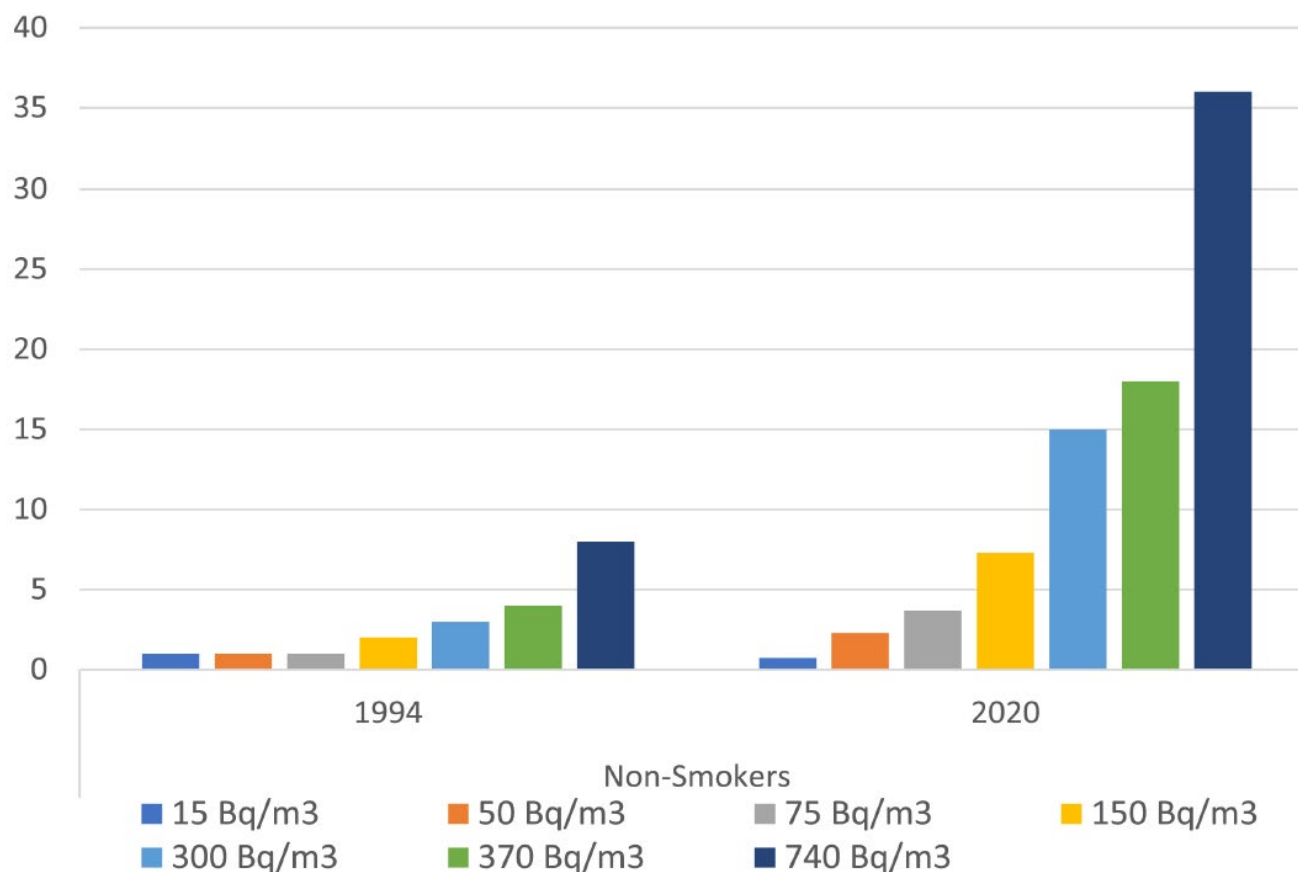


Wpływ na zdrowie

Bobkier, R., Kovler, K., Tsapalov, A., & Czech, E. K. (2025). "Fusion of Horizons": Part III. Rethinking radon Risk: Scientific advances and regulatory implications (since 1990s). *Journal of Environmental Radioactivity*, 107707

- W 1994 roku sądzono, że przy stężeniu 150 Bq/m^3 ryzyko raka płuc u palaczy wynosi 29 na 1000 osób. **Nowe analizy z 2020 roku podniosły tę liczbę do 62 na 1000 (ponad dwukrotny wzrost)**
- Alarm dla osób niepalących! Liczba szacowanych przypadków raka płuc u osób niepalących wzrosła w nowych modelach aż o 350% w porównaniu do szacunków z lat 90.
- Brak bezpiecznego progu: WHO zaleca poziom 100 Bq/m^3 , ale **każde kolejne 100 Bq/m^3 zwiększa ryzyko o 16%.**

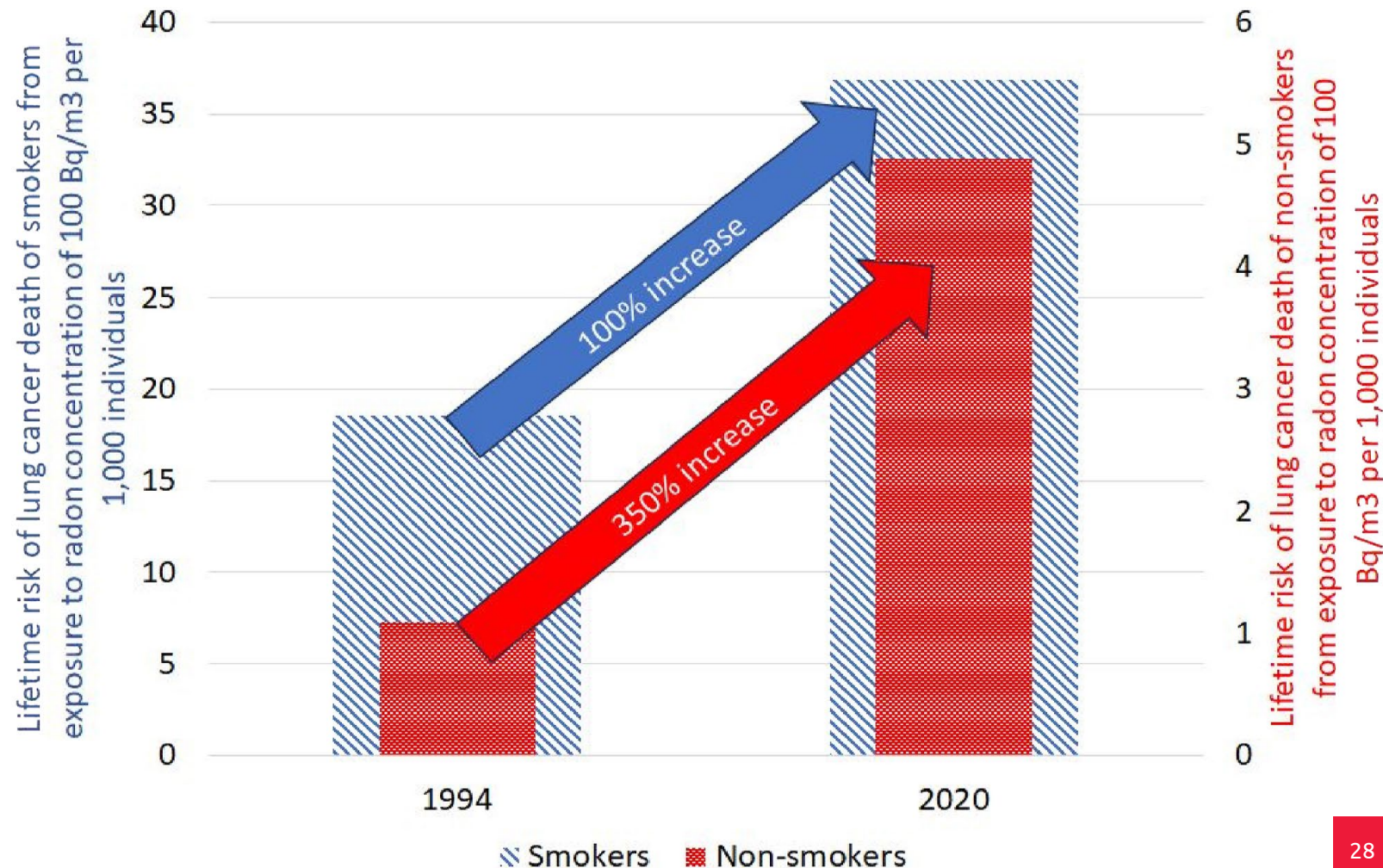
Non-Smokers: Lifetime Risk of Lung Cancer Death from Radon Exposure shown per 1,000 individuals (1994 vs 2020 Estimation)



Wpływ na zdrowie

Bobkier, R., Kovler, K., Tsapalov, A., & Czech, E. K. (2025). "Fusion of Horizons": Part III. Rethinking radon Risk: Scientific advances and regulatory implications (since 1990s). *Journal of Environmental Radioactivity*, 107707

- W 1994 roku sądzono, że przy stężeniu 150 Bq/m^3 ryzyko raka płuc u palaczy wynosi 29 na 1000 osób. **Nowe analizy z 2020 roku podniosły tę liczbę do 62 na 1000 (ponad dwukrotny wzrost)**
- Alarm dla osób niepalących! Liczba szacowanych przypadków raka płuc **u osób niepalących wzrosła w nowych modelach aż o 350% w porównaniu do szacunków z lat 90.**
- Brak bezpiecznego progu: WHO zaleca poziom 100 Bq/m^3 , ale **każde kolejne 100 Bq/m^3 zwiększa ryzyko o 16%.**



Obszary o wysokim potencjale radonowym w Polsce

**Rozporządzenie Ministra
Zdrowia z 2020 roku
definiuje obszary, gdzie
średnioroczne stężenie
radonu w powietrzu może
przekraczać **300 Bq/m³**.**

Województwo dolnośląskie

powiaty: dzierżoniowski, karkonoski, kamiennogórski, kłodzki, lubański, lwówecki, polkowicki, trzebnicki, wałbrzyski, ząbkowicki, zgorzelecki i złotoryjski oraz dwa miasta na prawach powiatu: Jelenia Góra i Wałbrzych

Województwo lubelskie

powiat tomaszowski

Województwo opolskie

powiaty: nyski i prudnicki

Województwo podkarpackie

powiaty: bieszczadzki, jasielski, krośnieński, leski, mielecki i sanocki

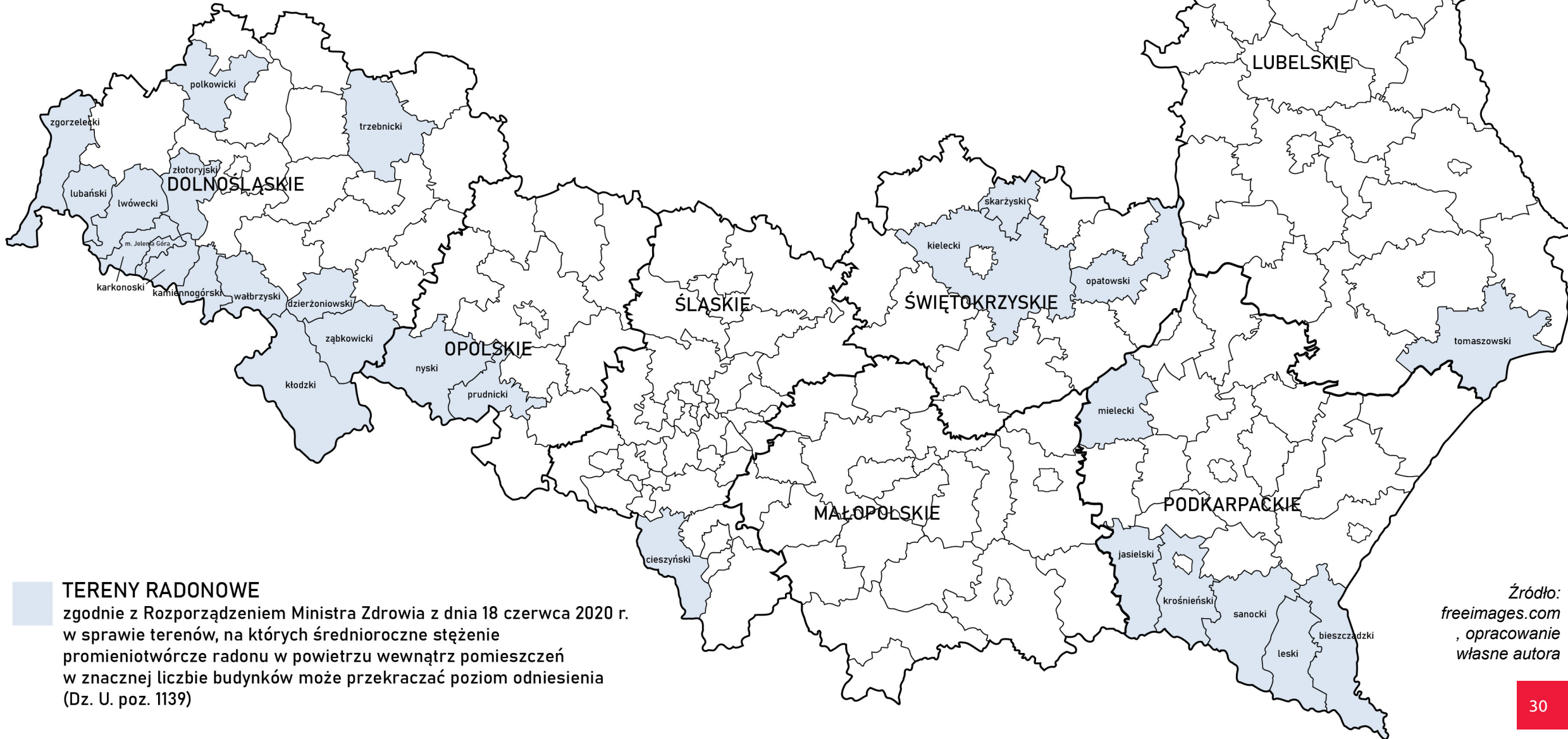
Województwo śląskie

powiat cieszyński

Województwo świętokrzyskie

powiaty: kielecki, opatowski i skarżyski

Obszary o wysokim potencjale radonowym w Polsce



Jak radon przenika do wnętrza budynków?



Radon w atmosferze i zamkniętych przestrzeniach

- **Mieszanie z powietrzem atmosferycznym:** na otwartych przestrzeniach radon szybko ulega rozcieńczeniu, dlatego jego stężenie jest bardzo niskie.
- **Problem zamkniętych przestrzeni:** radon kumuluje się w pomieszczeniach o słabej wentylacji, takich jak piwnice, szkoły czy miejsca pracy.
- **Drogi przenikania do budynków:** szczeliny w fundamentach, rury instalacyjne i materiały budowlane, brak izolacji przeciwwilgociowej w podłogach piwnic.

Radon w materiałach budowlanych

- **Źródła radonu w materiałach budowlanych:** rad powstały z naturalnych minerałów uwalnia radon do powietrza.
- **Wpływ materiałów budowlanych:** emisja radonu z mineralnych materiałów budowlanych może zwiększać jego stężenie w pomieszczeniach o maksymalnie 15 Bq/m³.
- **Struktura geologiczna Polski:** obszary górskie zawierają więcej naturalnie promieniotwórczych minerałów niż rejony centralne.

Radon w wodach gruntowych

- **Obszary występowania:** szczególnie w głębszych warstwach wodonośnych na terenach granitowych i ze złożami rudy uranu.
- **Emisja w budynkach:** uwalnianie radonu do powietrza podczas gotowania, prania i kąpieli.
- **Wpływ na stężenie w powietrzu:** wody z dużą zawartością radonu mogą przyczyniać się do jego podwyższonego poziomu w pomieszczeniach.

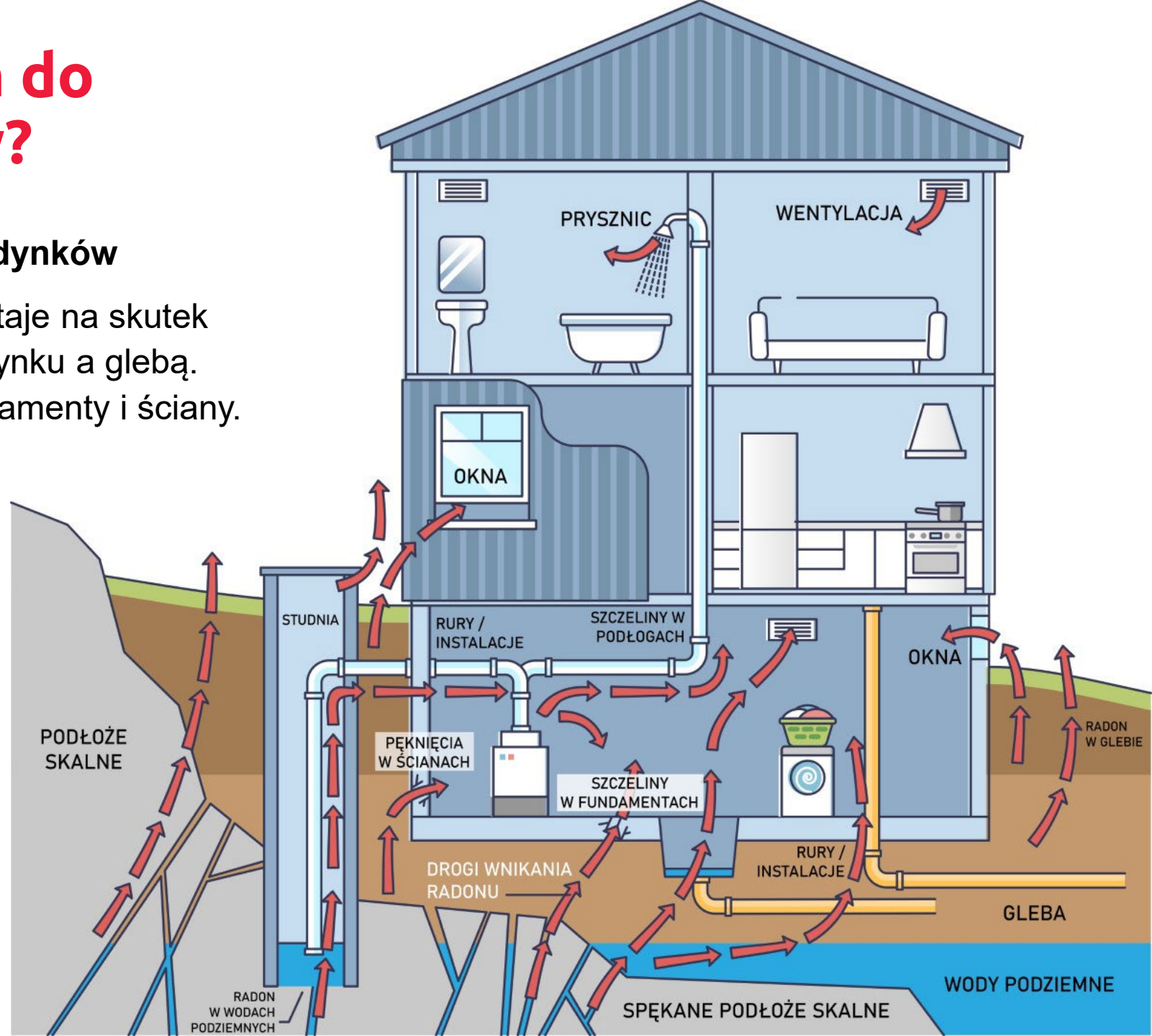
Jak radon przenika do wnętrza budynków?

Mechanizmy przenikania radonu do budynków

- **Konwekcja (efekt kominowy):** powstaje na skutek różnicy ciśnień między wnętrzem budynku a glebą.
- **Dyfuzja:** przenikanie gazu przez fundamenty i ściany.

Drogi przenikania radonu do budynków

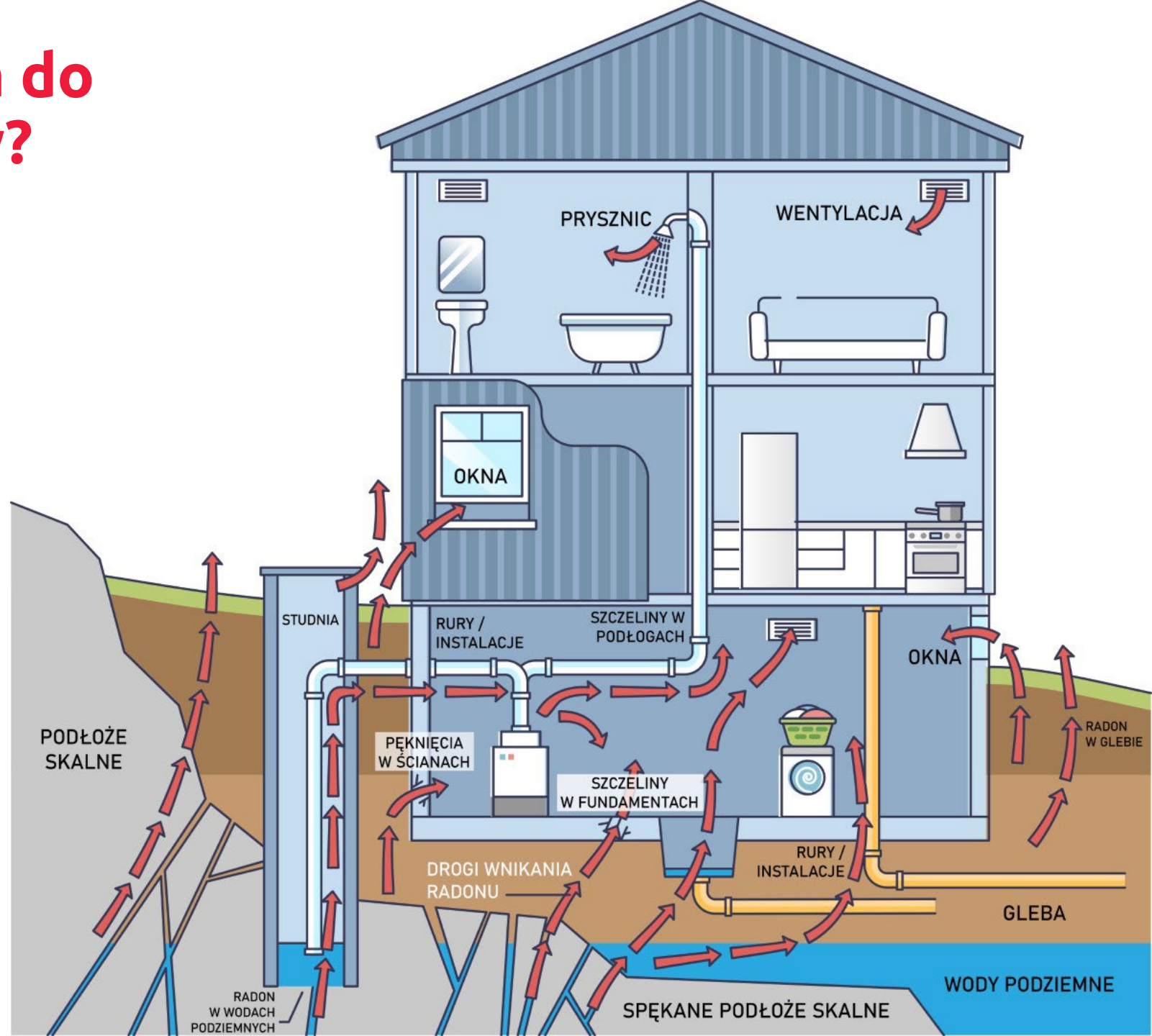
- Nieszczelności w fundamentach, takie jak pęknięcia, szczeliny i otwory technologiczne.
- Nieszczelności wokół rur wodociągowych, gazowych, kanalizacyjnych czy przewodów instalacji elektrycznej.
- Przewody kominowe i wentylacyjne.



Jak radon przenika do wnętrza budynków?

Drogi przenikania radonu do budynków

- Przepływ radonu przez szczeliny między podłogą a ścianą, płyty podłogowe czy otwory dylatacyjne.
- Woda czerpana z ujęć podziemnych, która zawiera rozpuszczony radon, może uwalniać ten gaz podczas użytkowania (np. podczas gotowania, mycia czy korzystania z prysznica).
- Nieszczelności w oknach.
- Emisja radonu z materiałów budowlanych.



Czynniki wpływające na przenikanie radonu do budynków



01 geologia podłoża:
rodzaj skał i gleby ma decydujące znaczenie. Obszary z granitami, pegmatytami i łupkami mają wyższy potencjał radonowy. Przepuszczalne gleby, takie jak piaski i żwiry, umożliwiają szybszą migrację gazu, podczas gdy gleby gliniaste stanowią naturalną barierę.

02 stan techniczny fundamentów:
nieszczelności, takie jak pęknięcia i szczeliny w fundamentach oraz przepusty instalacyjne, znacząco zwiększają możliwość przenikania radonu.

03 materiały budowlane:
współczesne materiały budowlane mają niewielki wpływ na stężenie radonu, jednak w przeszłości stosowano materiały o podwyższonej promieniotwórczości (np. fosfogipsy).

04 konstrukcja budynku:
budynki z piwnicami lub bez odpowiedniej izolacji przeciwwilgociowej są bardziej narażone na przenikanie radonu. Również strefa zakłócona, czyli wypełnienie wokół fundamentów luźnym materiałem budowlanym, zwiększa ryzyko.

05 warunki atmosferyczne:
zimą różnice temperatur między wnętrzem a otoczeniem budynku zwiększają efekt kominowy. Ruchy powietrza wokół budynku oraz brak wietrzenia w nocy również sprzyjają kumulacji radonu.

Radon – najważniejsze informacje

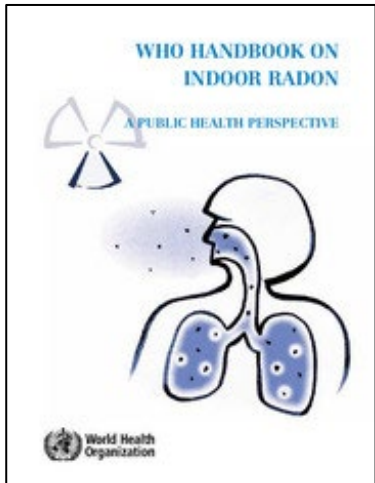


- Radon to naturalny, radioaktywny gaz szlachetny, powstający w wyniku rozpadu uranu i toru w skorupie ziemskiej. Jest bezbarwny, bezwonny i bez smaku, co czyni go trudnym do wykrycia bez specjalistycznych narzędzi.
- Najważniejszym izotopem jest radon-222, którego okres połowicznego rozpadu wynosi 3,83 dnia. Powstaje w łańcuchu rozpadu uranu-238.
- Radon emituje promieniowanie alfa, które charakteryzuje się dużą zdolnością jonizacji, ale krótkim zasięgiem. Produkty rozpadu radonu, takie jak polon, bizmut i ołów, również są radioaktywne.
- Radon uwalnia się z podłoża (gleba, skały, woda gruntowa) oraz materiałów budowlanych zawierających śladowe ilości uranu i toru.
- Radon odpowiada za 3–14% przypadków raka płuc na świecie. Jest drugim po paleniu tytoniu czynnikiem ryzyka.
- Radon przedostaje się przez szczeliny w fundamentach, nieszczelności instalacyjne, a także przez materiały budowlane i wodę gruntową.
- Na otwartej przestrzeni stężenie radonu wynosi 5–15 Bq/m³, ale w zamkniętych pomieszczeniach może osiągać wielu setek Bq/m³.
- Czynniki wpływające na stężenie radonu to: geologia podłoża, stan techniczny fundamentów, konstrukcja budynku, rodzaj materiałów budowlanych i warunki atmosferyczne.
- Najwyższe stężenia radonu występują zimą i wiosną, a najniższe latem i jesienią, co wynika z różnic w wymianie powietrza i warunków geologicznych.
- W Polsce istnieją regiony o podwyższonym potencjale radonowym, szczególnie w Sudetach, na Podkarpaciu i w województwie dolnośląskim.
- Państwowa Agencja Atomistyki monitoruje, prowadzi działania edukacyjne i promuje dobre praktyki budowlane, aby ograniczyć dawkę pochodzącą od radonu.

WHO i Międzynarodowy Projekt Radonowy (IRP)

Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, WHO) uznała radon za istotne zagrożenie zdrowotne, odpowiedzialne za znaczną liczbę przypadków raka płuc.

Międzynarodowy Projekt Radonowy



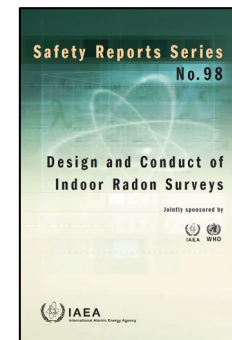
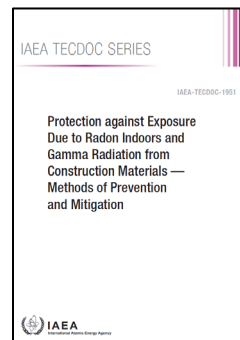
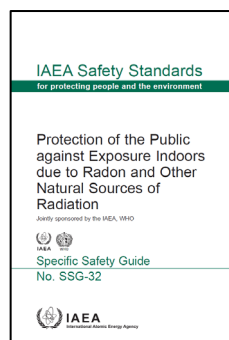
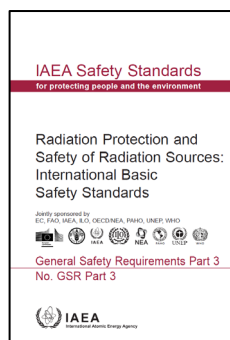
- W 2005 roku Światowa Organizacja Zdrowia uruchomiła Międzynarodowy Projekt Radonowy (International Radon Project, IRP), aby zmniejszyć globalne obciążenia zdrowotne związane z narażeniem na ten gaz.
- W ramach projektu WHO opracowała strategie redukcji ekspozycji na radon, promowała polityki prewencyjne i podnosiła świadomość społeczną.
- **Organizacja skupiła się również na standaryzacji metod pomiarowych, co umożliwiło porównywanie danych między krajami.**
- Międzynarodowe spotkania ekspertów, zorganizowane w latach 2005–2007, pozwoliły na wymianę doświadczeń i wypracowanie kluczowych dokumentów, takich jak raport o wpływie radonu na zdrowie i **podręcznik „WHO Radon Handbook”**.
- Działania WHO przyczyniły się do popularyzacji skutecznych metod zapobiegania i ograniczania stężeń radonu w budynkach mieszkalnych.

Międzynarodowe standardy w MAEA w ochronie przed radonem

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) opracowuje globalne standardy ochrony przed promieniowaniem, które obejmują także zagadnienia związane z radonem.

MAEA opracowała dokumenty szczegółowo omawiające zagadnienia związane z radonem:

- 01 "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards" (GSR Part 3)
- 02 "Protection of the Public Against Exposure Indoors Due to Radon and Other Natural Sources of Radiation" (SSG-32)
- 03 „Protection Against Exposure Due to Radon Indoors and Gamma Radiation from Construction Materials — Methods of Prevention and Mitigation” (TECDOC-1951)
- 04 "Design and Conduct of Indoor Radon Surveys" SRS 98



Międzynarodowe standardy w MAEA w ochronie przed radonem



GSR Part 3 – szczegóły działań

- **GSR Part 3 zobowiązuje rządy do ustalenia poziomów referencyjnych dla stężeń radonu w budynkach, nieprzekraczających średnio 300 Bq/m³.** Dokument wymaga również wdrażania działań takich jak izolacja fundamentów i poprawa wentylacji w celu redukcji stężeń radonu.
- **Pracodawcy są zobowiązani do monitorowania ekspozycji na radon w miejscach pracy.**
W przypadkach przekroczenia poziomów referencyjnych muszą podjąć działania zmniejszające stężenia lub stosować zasady ochrony przewidziane dla narażenia zawodowego.
- **GSR Part 3 kładzie nacisk na edukację społeczeństwa oraz komunikację ryzyka,** w tym informowanie o zdrowotnych skutkach narażenia na radon, zwłaszcza w połączeniu z paleniem tytoniu.

Specjalistyczne wytyczne IAEA dotyczące radonu

- **SSG-32** – wytyczne dotyczące tworzenia krajowych planów ochrony przed radonem.
- **TECDOC-1951** – techniki izolacji fundamentów, wentylacji oraz oceny materiałów budowlanych pod kątem emisji radonu.
- **"Design and Conduct of Indoor Radon Surveys"** – zalecenia dotyczące projektowania badań radonowych i analizy wyników.

Dziękuję!

Łukasz Koszuk

lukasz.koszuk@pw.edu.pl

contact@aiandnuclear.com