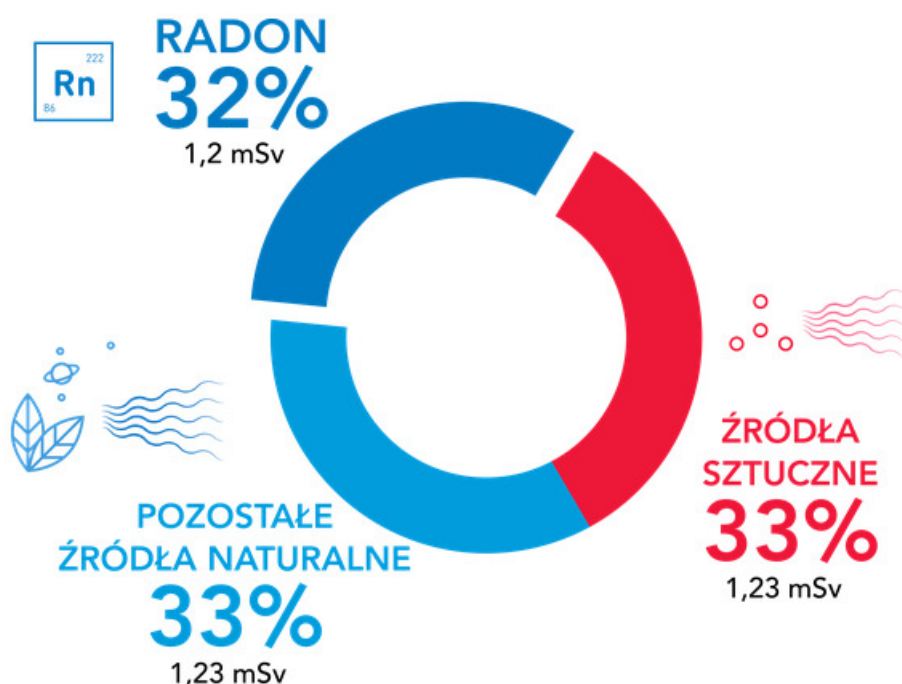


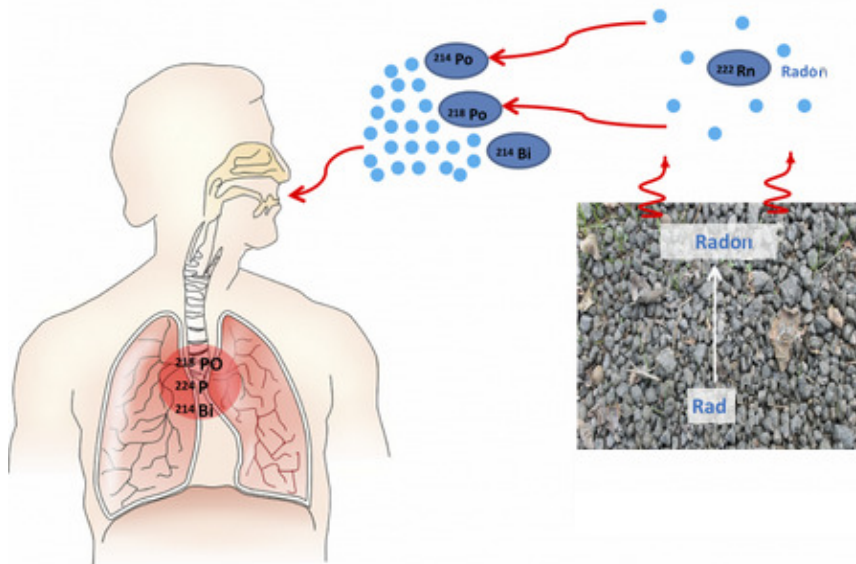
## Radon

W skorupie ziemskiej znajdują się nuklidy promieniotwórcze – pozostałości wybuchu sprzed ok. 4,6 mld lat, który doprowadził do powstania naszej planety. Czas połowicznego zaniku tych nuklidów (miara szybkości rozpadu promieniotwórczego czyli czas, po którym aktywność promieniotwórcza próbki zmniejsza się o połowę) jest porównywalna z wiekiem Ziemi, w związku z czym stały się one protoplastami naturalnych szeregów promieniotwórczych. Szeregi promieniotwórcze to szeregi nuklidów promieniotwórczych powstających jeden z drugiego w wyniku naturalnych, spontanicznych przemian jądrowych alfa i beta, kończące się nuklidem stabilnym. W każdym naturalnym szeregu promieniotwórczym występuje izotop radu i jego produkt rozpadu – izotop radonu. Spośród czterech naturalnych izotopów:  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$  oraz  $^{219}\text{Rn}$  i  $^{218}\text{Rn}$  dominuje w powietrzu ten pierwszy, powszechnie zwany radonem, a praktycznie nie występuje trzeci, zwany aktynonem oraz czwarty, ponieważ izotopy te różnią się bardzo istotnie okresem połowicznego rozpadu. W przypadku radonu okres jego półrozpadu jest najdłuższy i wynosi 3,82 dni. Dodatkowo, radon jest w normalnych warunkach gazem, co w połączeniu z dostatecznie długim okresem półrozpadu sprawia, że jego atomy mogą wydostać się ze skorupy ziemskiej do atmosfery i hydrosfery, dzięki czemu jest on stałym składnikiem powietrza atmosferycznego. Narażenie ogółu ludności od naturalnych źródeł promieniowania jonizującego wynosi ok. 2,45 mSv/rok, co stanowi 63,5% całkowitej dawki skutecznej dla statystycznego mieszkańca Polski (3,86 mSv/rok). Największy udział w tym narażeniu ma radon i produkty jego rozpadu, od których statystyczny mieszkaniec Polski otrzymuje dawkę wynoszącą ok. 1,20 mSv/rok.



## Dlaczego radon jest niebezpieczny?

Radon jest najcięższym gazem szlachetnym, jest dobrze rozpuszczalny, niewidoczny, nie ma zapachu ani smaku. To, co czyni go tak niebezpiecznym to fakt, że sam tworzy tak zwany szereg krótkożyciowych pochodnych – izotopów polonu, bizmutu i ołowiu – które także są promieniotwórcze. Izotopy te powstają w powietrzu, a więc są z nim wdychane do płuc i jako krótkożyciowe emitują najbardziej niebezpieczne dla organizmu promieniowanie alfa. Gdy wnikną do naszego organizmu, mogą być bardzo szkodliwe. O ile wdychany radon, w związku z tym, że jest gazem szlachetnym o relatywnie długim okresie połowicznego rozpadu jest prawie w całości wydychany, to atomy jego pochodnych pozostają w naszym układzie oddechowym, głównie w oskrzelach i płucach, gdzie rozpadając się emitują cząstki alfa, które mogą być przyczyną zmian nowotworowych (przyjmuje się, że 95% dawki efektywnej stanowi dawka równoważna otrzymywana przez płuca).

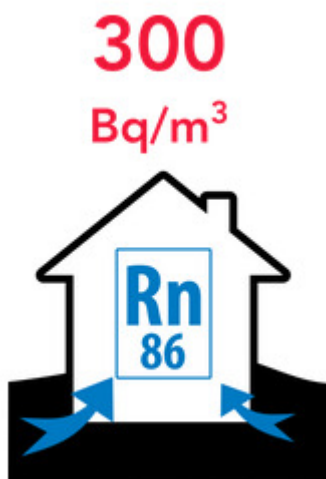


Promieniowanie jonizujące pochodzące od radonu i jego pochodnych, w zależności od położenia geograficznego, stanowi ok. 40-55% całkowitej efektywnej dawki rocznej, jaką otrzymuje człowiek, dlatego też jest to ważny problem z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Radon jest uznawany przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) jako czynnik rakotwórczy klasy 1. Z zebranych na dużą skalę badań epidemiologicznych uzyskano dowody, że istnieje liniowy związek między długoterminową ekspozycją na radon i ryzykiem występowania raka płuc.

Uznaje się również, że połączenie palenia tytoniu i wysokiego narażenia na radon powoduje znacznie wyższe ryzyko wystąpienia raka płuc u pojedynczej osoby niż każdy z tych czynników z osobna oraz, że palenie tytoniu zwiększa ryzyko wynikające z narażenia na radon na poziomie populacji.

## Radon w budynkach mieszkalnych

Ekshalacja jest procesem wydobywania się radonu z podłoża gruntowego do atmosfery lub z materiałów budowlanych do powietrza wewnątrz pomieszczeń. Współczynnik ekshalacji wykazuje na ogół pozytywną korelację ze stężeniem radu w gruncie lub w materiałach budowlanych i stężeniem radonu w powietrzu gruntowym.



Czynniki odpowiedzialne za migrację radonu w gruncie oraz przedostawanie się do budynku zależne są od warunków gruntowych oraz od parametrów budynku. Wśród nich można wymienić: przepuszczalność gruntu, gradienty ciśnienia i temperatury, parametry meteorologiczne oraz podpiwniczenie budynku lub jego brak, rodzaj fundamentów, sposób podłączenia mediów do budynku. Spękania w fundamentach, złącza konstrukcyjne oraz nieszczelności wokół np. rur kanalizacyjnych to drogi wnikania radonu z gruntu do budynku. Ponadto, wybudowanie budynku wiąże się z dostaniem do głębszych warstw gruntu o wyższym stężeniu radonu. Powstaje tzw. „efekt kominowy”, czyli zasysanie radonu do wnętrza budynku, ponieważ ciśnienie w budynku (piwnicy) jest niższe niż na zewnątrz. W zimie efekt kominowy uruchamiany jest w związku z istniejącym gradientem temperatury. Radon jest gazem cięższym od powietrza atmosferycznego, co powoduje, że może się gromadzić w różnego rodzaju pustkach i słabo wentylowanych pomieszczeniach (np. w piwnicy).

Z punktu widzenia budowy nowych domów zalecane jest zbadanie terenu, na którym chce się budować i ocenić ryzyko radonowe w budynkach na podstawie stężenia radonu w powietrzu glebowym i wyznaczenie potencjału radonowego terenu, na którym budynek będzie budowany. Zgodnie z ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2019 r., poz. 1792, z późn. zm.) poziom odniesienia dla średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi wynosi  $300 \text{ Bq/m}^3$  (bekereli na metr sześcienny).

Także przepisy prawa budowlanego (rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. z 2019 r., poz. 1065) obligują do takiego projektowania budynków przeznaczonych na stały pobyt ludzi, aby średnioroczne stężenie promieniotwórcze radonu w pomieszczeniach tych budynków nie przekraczało ww. poziomu odniesienia.

W zakresie narażenia na radon w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, przepisy ustawy Prawo atomowe nakładają na zbywcę lub wynajmującego budynek, lokal lub pomieszczenie, przeznaczone na pobyt ludzi, obowiązek przekazywania nabywcy lub najemcy, na ich żądanie, informacji o wartości średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w powietrzu odpowiednio w budynku, lokalu lub pomieszczeniu. W przypadku wynajmujących obowiązek ten będzie dotyczyć tylko prowadzących działalność gospodarczą w tym zakresie. Podstawą tej informacji będą wyniki pomiarów średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w powietrzu, wykonanych przez akredytowane laboratoria.

### **Radon w miejscu pracy**

Narażenie radiacyjne powodowane przez radon występuje przede wszystkim w zamkniętych przestrzeniach o słabej wentylacji. Miejskami szczególnie zagrożonymi podwyższonym promieniowaniem jonizującym, wywołanym promieniotwórczością naturalną są kopalnie, głównie rud uranowych i metali, ale również węgla kamiennego. Dużą promieniotwórczością odznaczają się wody kopalniane krążące w obrębie węglonośnych utworów skalnych, a także wytrącające się z nich osady. Największą grupą zawodową w Polsce narażoną na podwyższoną ekspozycję radonową są zatem górnicy.

Zgodnie z ustawą – Prawo atomowe, poziom odniesienia dla średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w powietrzu w miejscach pracy wewnątrz pomieszczeń także wynosi  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Kierownicy jednostek organizacyjnych wykonujących działalność, w której występują miejsca pracy:

1. zlokalizowane wewnątrz pomieszczeń na poziomie parteru lub piwnicy na terenach, na których średnioroczne stężenie promieniotwórcze radonu w powietrzu w znacznej liczbie budynków może przekroczyć ww. poziom odniesienia,
2. pod ziemią,
3. związane z uzdatnianiem wód podziemnych na terenach, na których średnioroczne stężenie promieniotwórcze radonu w powietrzu w znacznej liczbie budynków może przekroczyć ww. poziom odniesienia

mają zapewnić w tych miejscach pracy pomiar stężenia radonu lub stężenia energii potencjalnej alfa krótkożyciowych produktów rozpadu radonu.

### **Jak zabezpieczyć się przed radonem?**

Radonu nie da się wyeliminować z naszego otoczenia, ponieważ gaz przedostaje się do budynku przez najmniejsze nawet szczeliny w fundamencie. Aby móc obniżyć

podwyższone stężenie radonu w domach istotne jest ustalenie skąd i którędy wnika on do wnętrza różnych pomieszczeń.

- W przypadku wnikania radonu z podłoża należy uszczelnić pęknięcia w fundamentach, otwory w instalacjach CO, wodno-kanalizacyjnych, gazowych i inne nieszczelności.
- W przypadku, gdy główną przyczyną przekroczenia wartości granicznej są materiały budowlane, należy podjąć działania powodujące zmniejszenie tej wartości, np. poprzez zwiększenie wymiany powietrza za pomocą mechanicznego systemu wentylacyjnego albo zastosowanie odpowiednich rodzajów pokrycia ścian.
- Jeśli nie jest możliwe znalezienie miejsc przenikania radonu, należy zastosować dodatkowe instalacje zewnętrzne zwiększające wymianę powietrza w zamkniętych pomieszczeniach.
- Skutecznym sposobem usuwania radonu z budynku jest wentylowanie strefy podpodłogowej pierwszego poziomu zamieszkania – parteru.
- Metodą obniżenia stężenia radonu w domu jest mikrowentylacja pomieszczeń, która powoduje, że zarówno ciśnienie powietrza, jak i stężenie radonu wewnątrz pomieszczenia, zrównuje się z ciśnieniem atmosferycznym i stężeniem radonu na zewnątrz.
- Należy jednak zwrócić uwagę, że nieodpowiednie wietrzenie może spowodować także wzrost stężenia radonu w budynku, np. otwarcie okna na poddaszu może spowodować „zassanie” radonu z piwnicy lub parteru poprzez wystąpienie efektu kominowego.
- Zależnie od rodzaju podłoża stosuje się też wysysanie powietrza glebowego pod fundamentami lub obok budynku instaluje się tzw. studnie radonowe, w których zastosowane są wentylatory. Inną metodą jest zastosowanie poduszki powietrznej działającej na zasadzie wypompowywania powietrza z zewnątrz budynku pod jego fundamenty.

W dniu 30.06.2020 r. w Dzienniku Ustaw pod pozycją 1139 zostało opublikowane Rozporządzenie Ministra Zdrowia, w którym określono tereny, na których średnioroczne stężenie promieniotwórcze radonu w powietrzu wewnątrz pomieszczeń w znacznej liczbie budynków może przekraczać poziom odniesienia, o którym mowa w art. 23b ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz. U. z 2019 r., poz. 1792, z późn. zm.) tj.  $300 \text{ Bq/m}^3$ . W załączniku do ww. rozporządzenia dla województwa śląskiego wskazano powiat cieszyński.