

Pomiar stężenia radonu w powietrzu oraz
wyznaczanie rozkładu ziarnowego średnic
aerozoli promieniotwórczych w miejscach pracy,
w których istnieje znaczące ryzyko przekroczenia
poziomu referencyjnego 300 Bq/m^3



Centralne Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

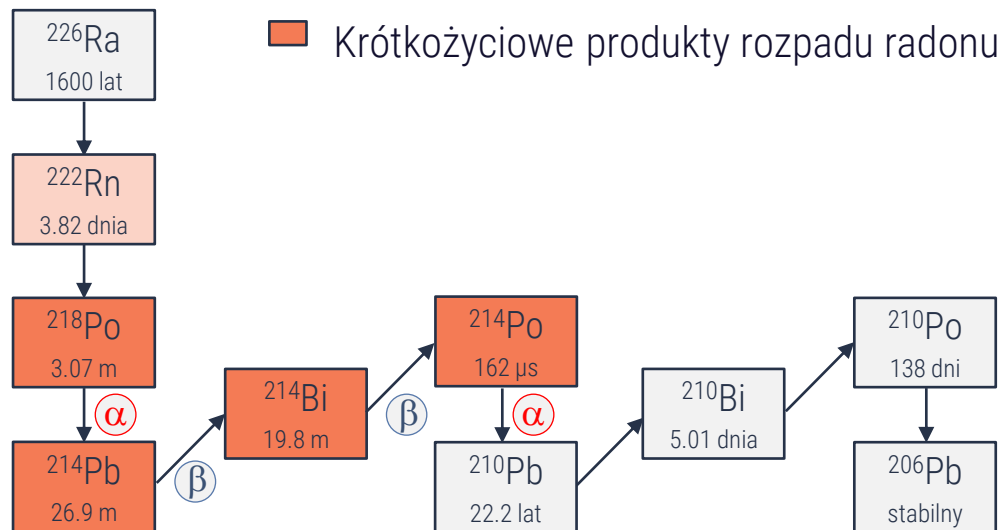
Katarzyna Wołoszczuk, Maciej Norenberg, Dagmara Tchórz- Trzeciakiewicz, Bartłomiej Kliś
Warszawa, 01 kwietnia 2021

CEL BADAŃ

- W wyniku wprowadzenia Dyrektywy Rady Unii Europejskiej 2013/59/EURATOM ustanawiającej podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego zalecane jest ustanowienie w krajach członkowskich Unii Europejskiej poziomu referencyjnego stężenia radonu w powietrzu w miejscach pracy 300 Bq/m^3 , jako poziomu uznawanego za względnie bezpieczny dla człowieka.
- Jak wynika z dotychczas prowadzonych badań, z uwagi na warunki panujące w kopalniach i jaskiniach, istnieje znaczące ryzyko, że w tych miejscach poziom referencyjny stężenia radonu może zostać przekroczony, a tym samym może występować zwiększone narażenie osób tam przebywających wynikające z ekspozycji na radon i krótkożyciowe produkty jego rozpadu.

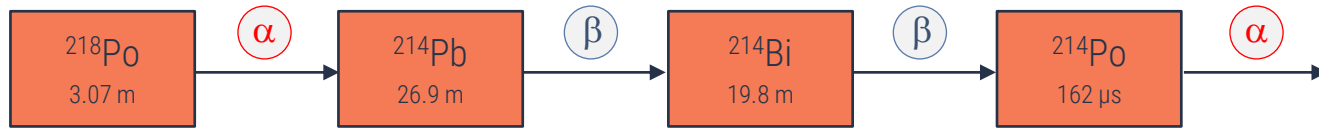
RADON-222

- gaz szlachetny;
- jedyny naturalny pierwiastek promieniotwórczy występujący w przyrodzie w postaci gazowej;
- okres połowicznego rozpadu 3,8 dnia;
- dobrze rozpuszcza się w wodzie;
- bezwonny, bezbarwny, niepalny;
- 8 razy gęstszy od powietrza;



Fragment szeregu uranowego

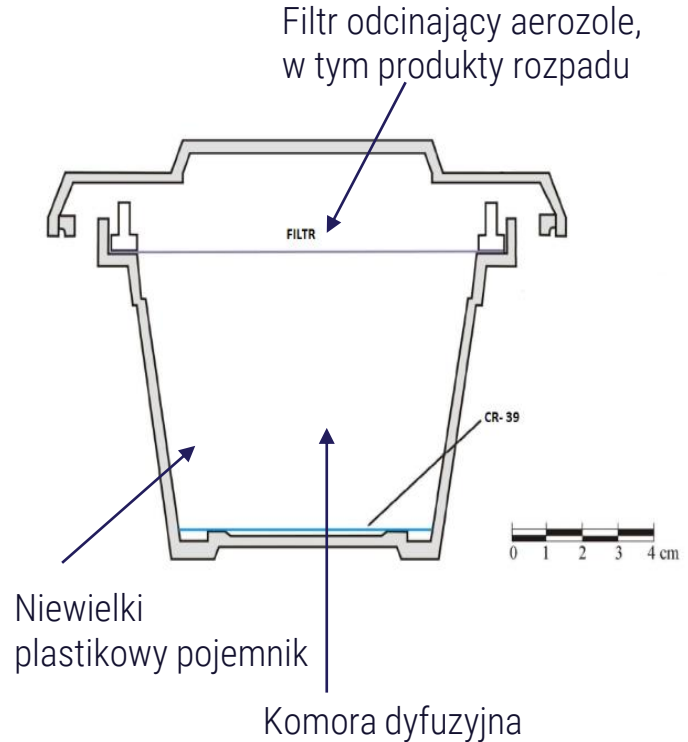
RADON-222



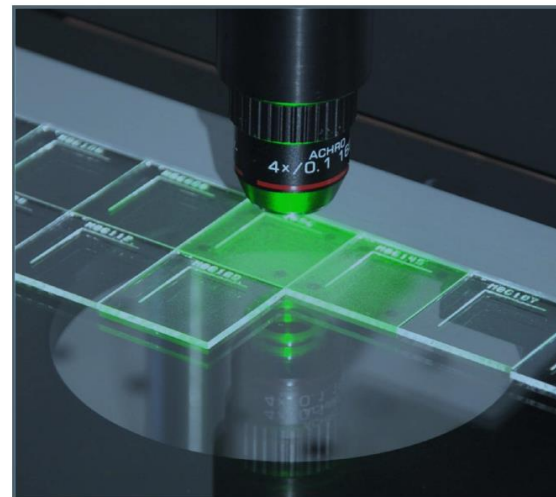
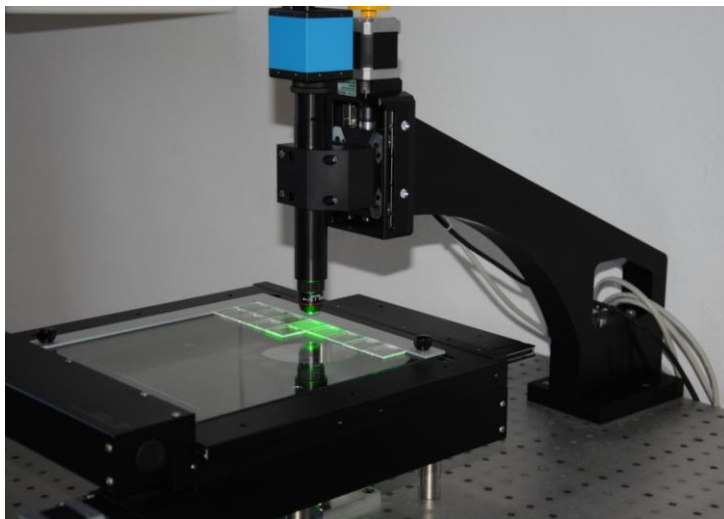
- Radon i produkty rozpadu radonu powstające w powietrzu są wdychane do płuc,
- Są krótkożyciowe i emitują najbardziej niebezpieczne dla organizmu promieniowanie alfa,
- Wdychany z powietrzem radon jest wydychany, natomiast produkty jego rozpadu pozostają w układzie oddechowym, głównie w oskrzelach i płucach wnosząc przeważający wkład do dawki.
- Ostatnie badania epidemiologiczne wykazują, że względne ryzyko zachorowania na nowotwór płuc istnieje już przy długotrwałym przebywaniu w miejscach, gdzie stężenie radonu w powietrzu jest na poziomie 200 Bq/m^3 i z każdym kolejnym 100 Bq/m^3 ryzyko to wzrasta o 10%.

METODA POMIARU

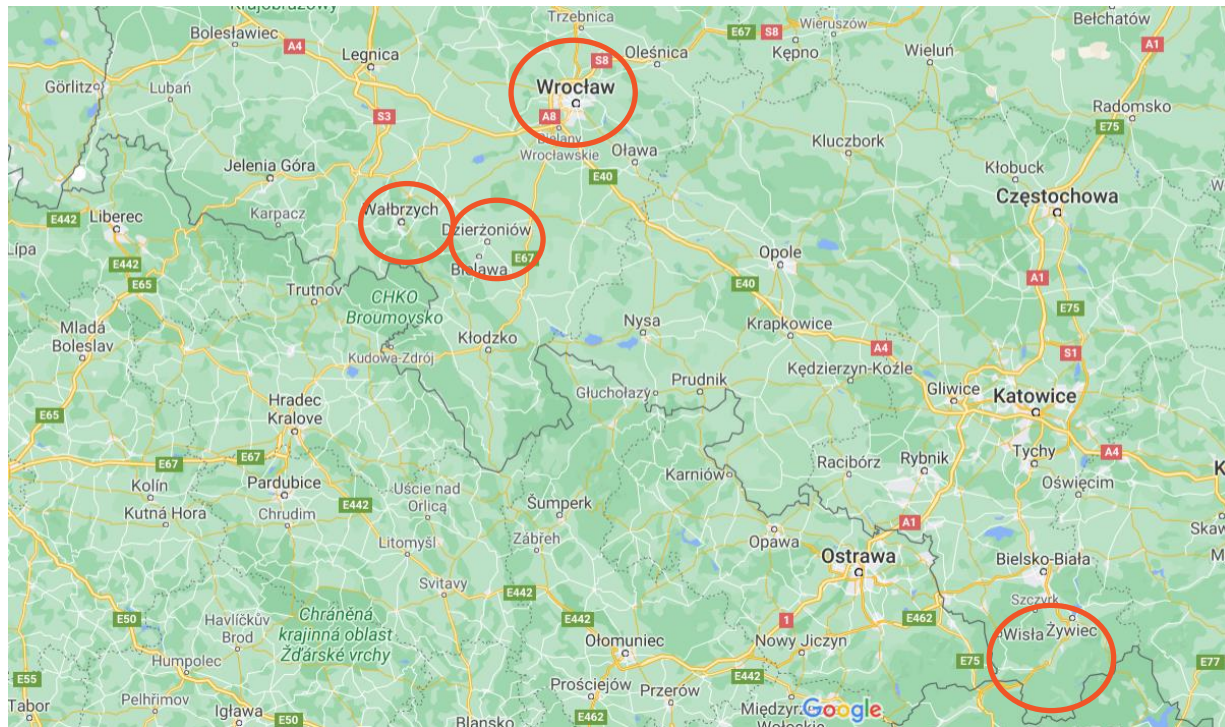
- cząstki α przenikając przez CR 39 uszkodzają na swojej drodze wiązania chemiczne, tworząc niewidoczny tor utajony,
- w wyniku wytrawienia chemicznego (stężona zasada sodowa w podwyższonej temperaturze 70-80° C) tor utajony staje się widoczny pod mikroskopem
- radon i powstałe w komorze dyfuzyjnej pochodne emitują cząstki α , które padając na folię tworzą ślady w kształcie kółek i stożków.
- gęstość śladów, zliczana pod mikroskopem odpowiada liczbie cząstek α , które je wytworzyły i jest proporcjonalna do stężenia radonu w badanym powietrzu oraz czasu ekspozycji.



METODA POMIAROWA

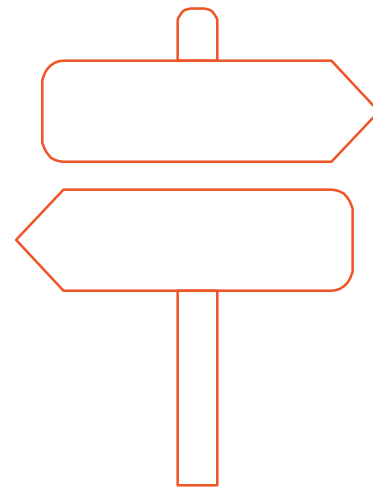


MIEJSCA POMIARU



ZAŁOŻENIA

- Ekspozycja dłuższa niż 30 dni
- Pomiary głównie w miejscach pracy
- Kwestionariusz
- Detektory rozmieszczane zgodnie z zaleceniami IRMA
- Budowa geologiczna terenu
- Detektory śladowe



ZALECENIA IRMA

Zalecenia stowarzyszenia IRMA

<http://www.irma-radon.org/guideline/>



Home Purpose Members Accreditation Activities Contact Us **Guideline**

Industrial radon measurement guideline to get an overall view of the radon concentration in a workplace IRMA 0791-30

[Open the Guideline as PDF.](#)

General measurement requirements:

- The measurements should be performed as long-term measurements meaning a measurement period of at least three months.
- The measurements should be analyzed by a laboratory which is accredited to the ISO 17025 or NELAC standards.

Rooms/areas considered for measurement:

ZALECENIA IRMA

■ Miejsce pomiaru

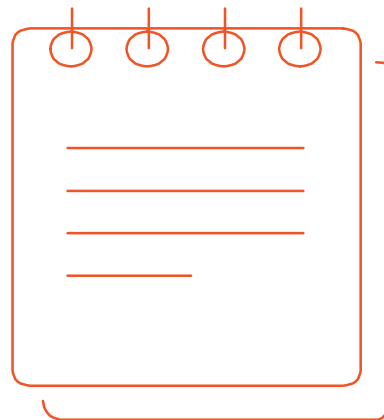
- ▷ pomieszczenia/obszary regularnie zajmowane przez ponad 4 godziny dziennie,
- ▷ wszystkie pomieszczenia, w których istnieje znaczne ryzyko dużego przenikania radonu, które mogą być miejscem pracy osób przez ponad 50 godzin rocznie (około jednej godziny tygodniowo).

■ Liczba detektorów

- ▷ Piwnica i parter: pomiar we wszystkich pokojach/obszarach, wskazanych w punkcie wyżej „miejscu pomiaru”. W przypadku większych pomieszczeń i przestrzeni należy umieścić co najmniej jeden czujnik na 150 m².
- ▷ Na wyższych kondygnacjach: co najmniej dwa detektory na piętrze i co najmniej jeden detektor na 250 m².

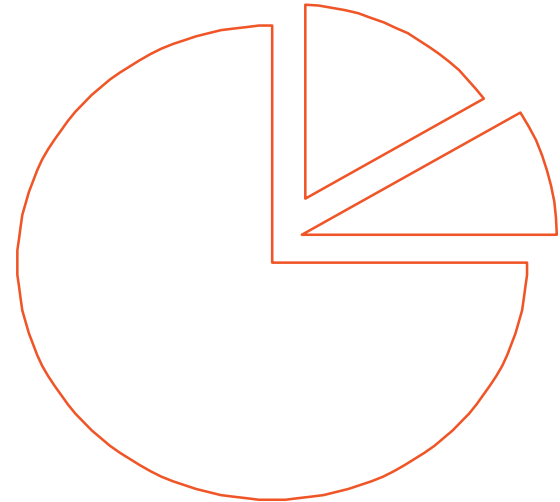
KWESTIONARIUSZ

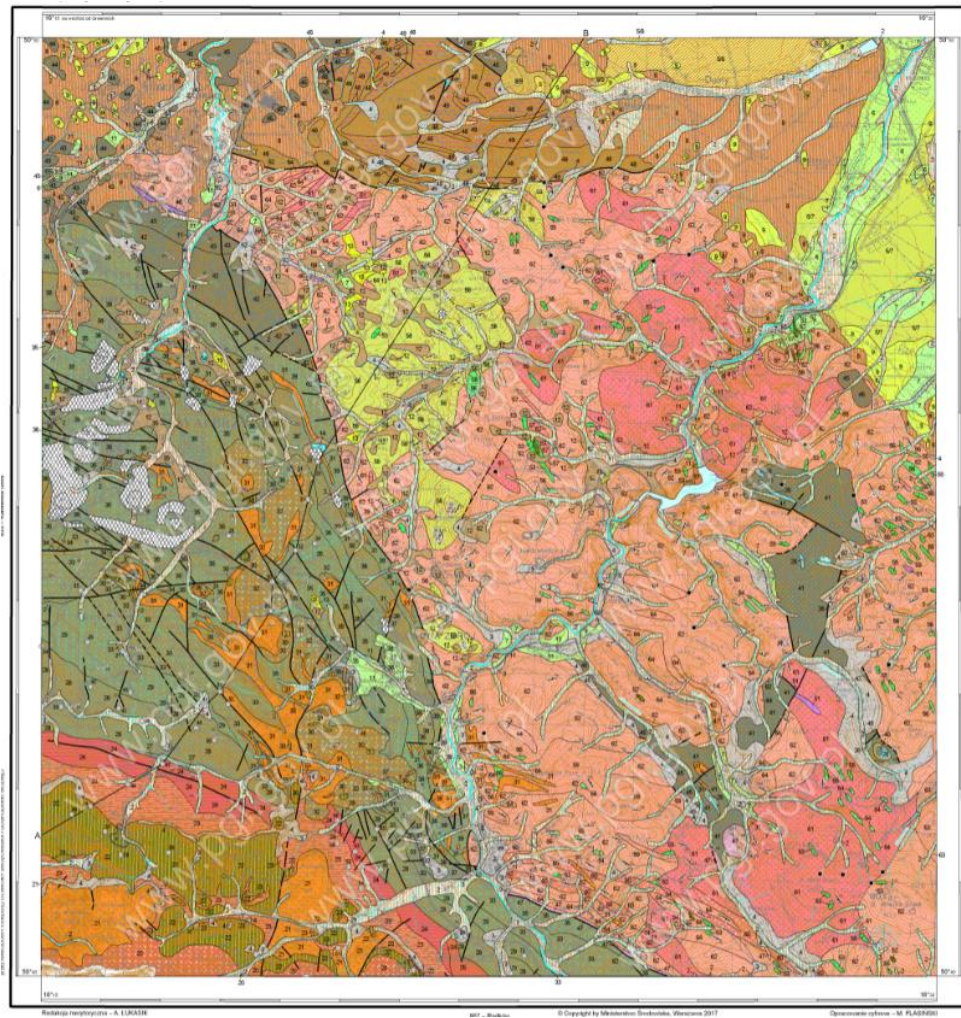
- Lokalizacja- współrzędne GPS
- Czas ekspozycji- data rozpoczęcia/data zakończenia
- Budynek- drewniany/murowany
- Miejsce pomiaru- piwnica/parter; czy w pomieszczeniu przebywają ludzie
- Rodzaj wykonywanej pracy- fizyczna czy biurowa
- Czas pracy- średnio ile godzin dziennie
- Płeć- ile kobiet, ile mężczyzn



WYNIKI- WAŁBRZYCH (miejsca pracy)

- 302 detektory w miejscach pracy
- 258 pomieszczeń
- czas ekspozycji min. 30 dni
- pomiar na parterze lub w piwnicy
- zmierzona maksymalna wartość $5523 \pm 572 \text{ Bq/m}^3$
- liczba wyników powyżej 100 Bq/m^3 - 257
- liczba wyników powyżej 300 Bq/m^3 - 163
- liczba wyników powyżej 500 Bq/m^3 - 40
- liczba wyników powyżej $1\,000 \text{ Bq/m}^3$ - 2
- maksymalna dawka efektywna- 2 mSv/rok





WYNIKI- WAŁBRZYCH TRASA TURSTYCZNA 1

- 6 punktów pomiarowych na trasie,
- 3 detektory na punkt,
- 4 serie pomiarowe po 3 miesiące (w sumie 12 miesięcy)
- Obliczona dawka efektywna dla przewodników
 - ▶ Średnia 0,132 mSv/rok (średni czas pracy 182 h/rocznie)
- Pomiar 12-to miesięczny

I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
$110 \pm 29 \text{ Bq/m}^3$	$189 \pm 44 \text{ Bq/m}^3$	$314 \pm 68 \text{ Bq/m}^3$	$191 \pm 44 \text{ Bq/m}^3$

WYNIKI- WAŁBRZYCH TRASA TURSTYCZNA 2

- 3 punkty pomiarowe na trasie,
 - 2 detektory na punkt,
 - 1 seria pomiarowa
- miesięczny pomiar wrzesień/październik

I punkt	II punkt	III punkt	Średnia
$84 \pm 24 \text{ Bq/m}^3$	$77 \pm 24 \text{ Bq/m}^3$	$138 \pm 28 \text{ Bq/m}^3$	$100 \pm 26 \text{ Bq/m}^3$

WYNIKI- WAŁBRZYCH TRASA TURSTYCZNA 3

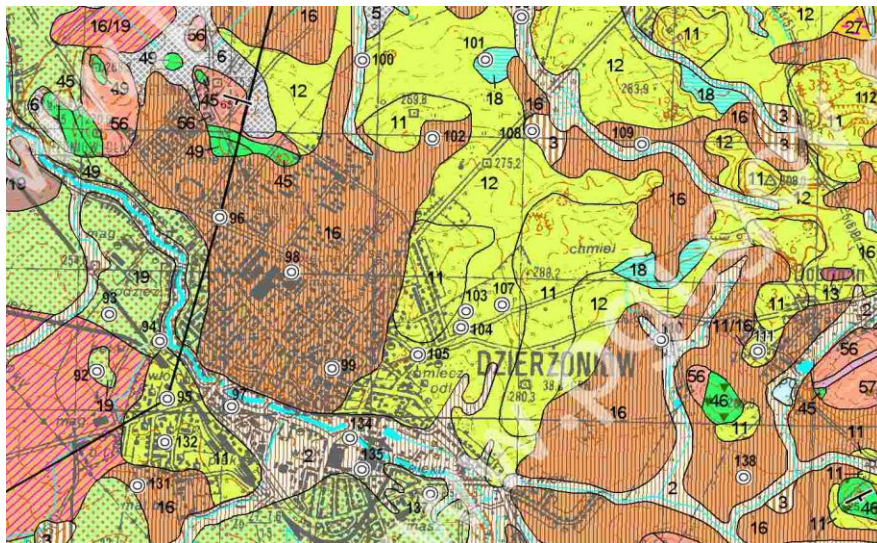
- 6 punktów pomiarowych na trasie,
- 2 detektory na punkt,
- 1 seria pomiarowa
 - ▷ miesięczny pomiar wrzesień/październik

I punkt	II punkt	III punkt	IV punkt	V punkt	VI punkt	Średnia
23 ± 16 Bq/m ³	22 ± 15 Bq/m ³	15 ± 10 Bq/m ³	14 ± 10 Bq/m ³	10 ± 7 Bq/m ³	12 ± 8 Bq/m ³	16 ± 12 Bq/m ³

WYNIKI- Dolny Śląsk (mieszkania)

Miejsce pomiaru	Kondygnacja	Czas ekspozycji (dni)	Stężenie radonu ± niepewność [Bq/m ³]
Wrocław	II piętro	88	21 ± 13
Wrocław	piwnica	88	129 ± 22
Bielawa	parter	88	21 ± 12
Bielawa	piwnica	88	14 ± 11
Dzierżoniów	I piętro	82	104 ± 21
Dzierżoniów	parter	82	1248 ± 125
Dzierżoniów	parter	84	24 ± 13
Dzierżoniów	parter	84	31 ± 13
Dzierżoniów	parter	84	111 ± 22
Wrocław	II piętro	95	8,7 ± 6,1

WYNIKI- Dolny Śląsk (mieszkania)



PLEJSTOCEN

13	gm zp Q _p ³	Żwiry, piaski i glazy moren martwego lodu
14	(k) pz Q _p ³	Piaski i żwiry kemów
15	g pz Q _p ³	Piaski i żwiry lodowcowe
16	g gzw Q _p ³	Gliny zwałowe:
16/19		na żwirach i piaskach rzecznych (stożków napływowych) i tarasów nadzalewowych 20,0–25,0 m n.p. rzeki
17	fg pz1 Q _p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe *
18	b mi Q _p ³	Mułki i iły zastoiskowe
19	f zp Q _p ³ (tl)	Żwiry i piaski rzeczne (stożków napływowych) i tarasów nadzalewowych 20,0–25,0 m n.p. rzeki
20	li m Q _p ²⁻³	Mułki jeziorne *

WYNIKI- WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE

- 13 pomiarów (lokalizacji)
 - ▷ średnia $129 \pm 26 \text{ Bq/m}^3$
 - ▷ wartość maksymalna $633 \pm 115 \text{ Bq/m}^3$
 - ▷ wartość minimalna $37 \pm 11 \text{ Bq/m}^3$
 - ▷ czas pomiaru 7 miesięcy (lipiec – luty)
- żwiry, głazy, mułki i gliny rzeczne tarasów 2.6-6.0 m n.p. rzeki (HOLOCEN)
- w trzech lokalizacjach pomiar AlphaGuard
 - ▷ 59 Bq/m^3 , 198 Bq/m^3 , $1\,000 \text{ Bq/m}^3$

PODSUMOWANIE

- wykonano ekspozycję ponad 400 detektorów śladowych CR-39,
- pomiary wykonano w 284 lokalizacjach,
- ekspozycje przeprowadzono głównie w miejscach pracy,
- w każdej lokalizacji została wypełniona ankieta z danymi dot. czasu przebywania, ilości osób, płci, itp.
- w 267 lokalizacjach zmierzono stężenie wyższe niż 100 Bq/m^3
- w 164 lokalizacjach zmierzono stężenie wyższe niż rekomendowany poziom referencyjny 300 Bq/m^3
- w 3 lokalizacjach zmierzono stężenie wyższe niż $1\,000 \text{ Bq/m}^3$



Dziękuję za uwagę

wołoszczuk@clor.waw.pl