

”

# CO ROBIMY Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI W POLSCE?

”



ZAKŁAD UNIESZKODLIWIANIA  
ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH



KRAJOWE SKŁADOWISKO  
ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH



Czy wiesz skąd biorą się odpady promieniotwórcze?

Czym różnią się od innych odpadów, które powstają wskutek działalności człowieka?

Co robimy, aby upewnić się, że ludzie i środowisko są w naszym kraju skutecznie chronieni przed ich potencjalnym wpływem?

Nie? Nie szkodzi! **Zaraz Ci to wszystko opowiemy.**

Jesteśmy pracownikami Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych.

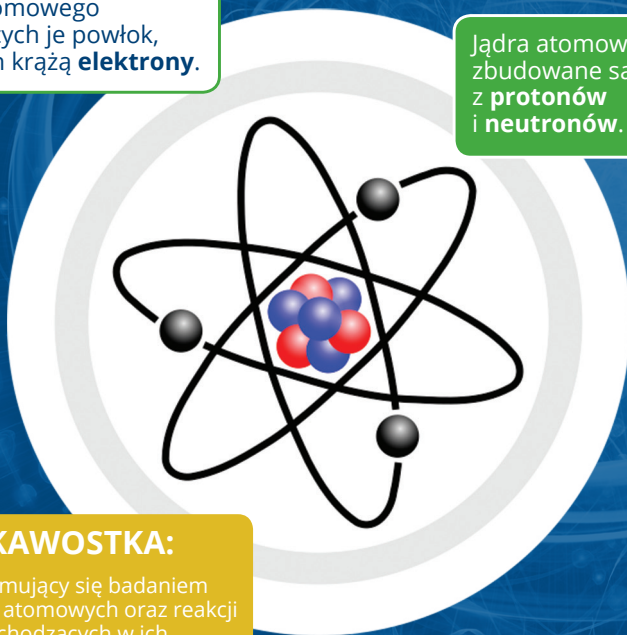
Na następnych stronach wyjaśniamy, czym zajmujemy się na co dzień i dlaczego nasza działalność jest ważna dla wszystkich.

**Zapraszamy do lektury!**

**Nasz świat** jest nieco jak układanka – cały składa się z małych, niewidzialnych gołym okiem klocków. Te klocki nazywamy **atomami**.

Każdy **atom** składa się z jądra atomowego i otaczających je powłok, po których krążą **elektrony**.

Jądra atomowe zbudowane są z **protonów** i **neutronów**.



### **CIEKAWOSTKA:**

Dział fizyki zajmujący się badaniem budowy jąder atomowych oraz reakcji i procesów zachodzących w ich wnętrzu nazywamy **fizyką jądrową**.

Rys. 1. Model atomu Bohra  
źródło: Wikimedia Commons



**Jądra** niektórych atomów samoistnie ulegają rozpadowi uwalniając duże ilości energii. To zjawisko nazywamy **promieniotwórczością**.

Uwalniana energia może mieć formę fal elektromagnetycznych lub „wyrzucania” z atomu jego części składowych.

Jeśli tej energii jest na tyle dużo, że powoduje wytrącenie z równowagi innych atomów, taki rodzaj promieniowania nazywamy **promieniowaniem jonizującym** a rozpadające się w ten sposób atomy danego pierwiastka – **radionuklidami**.

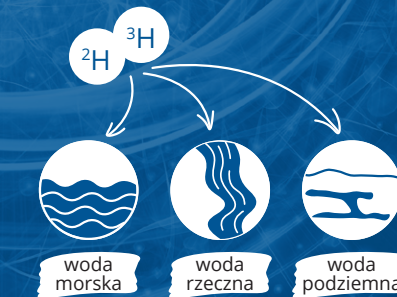
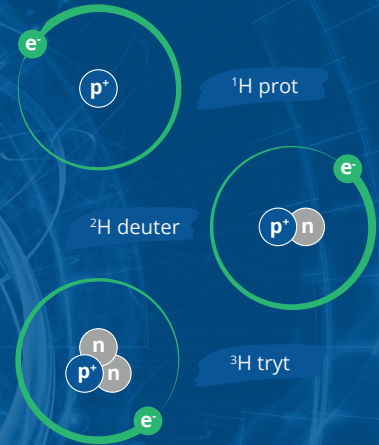




Jądra atomowe tego samego pierwiastka mogą mieć różną liczbę neutronów. Nazywamy je wówczas **izotopami**.

Jądra wielu pierwiastków nie ulegają samoistnemu rozpadowi – są stabilne. Jednak niektóre izotopy takich pierwiastków, z inną liczbą neutronów w jądrze atomowym, mogą emitować promieniowanie jonizujące. Tak jest np. z pierwiastkiem wodoru.

- Wodór-1, czyli **prot** to izotop, którego jądro atomowe składa się tylko z jednego protonu. **Prot to stabilny izotop wodoru.**
- **Wodór-2, czyli deuter**, posiada jeden, dodatkowy neutron w jądrze atomowym.
- **Wodór-3, czyli tryt** – dwa dodatkowe neutrony.

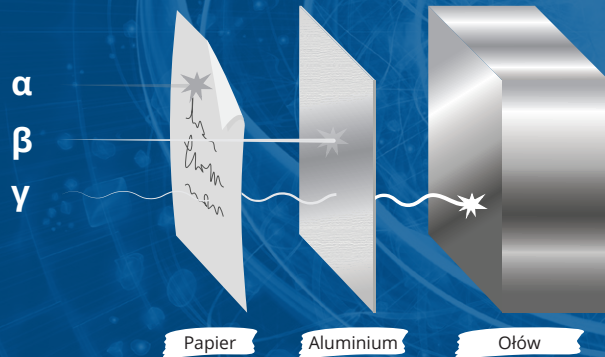


**Deuter i tryt to izotopy promieniotwórcze wodoru, występujące naturalnie w przyrodzie, w tym w wodzie morskiej, rzecznej, czy w wodach podziemnych.**

## ✓ CIEKAWOSTKA:

Istnieją różne rodzaje promieniowania jonizującego, które różnią się między sobą przenikliwością.

- **Promieniowanie alfa** może skutecznie zatrzymać kartka papieru.
- Bariere dla **promieniowania beta** stanowi arkusz aluminium.
- **Promieniowanie gamma** jest najbardziej przenikliwe – zatrzymują je dopiero grube warstwy ołowiu i betonu.





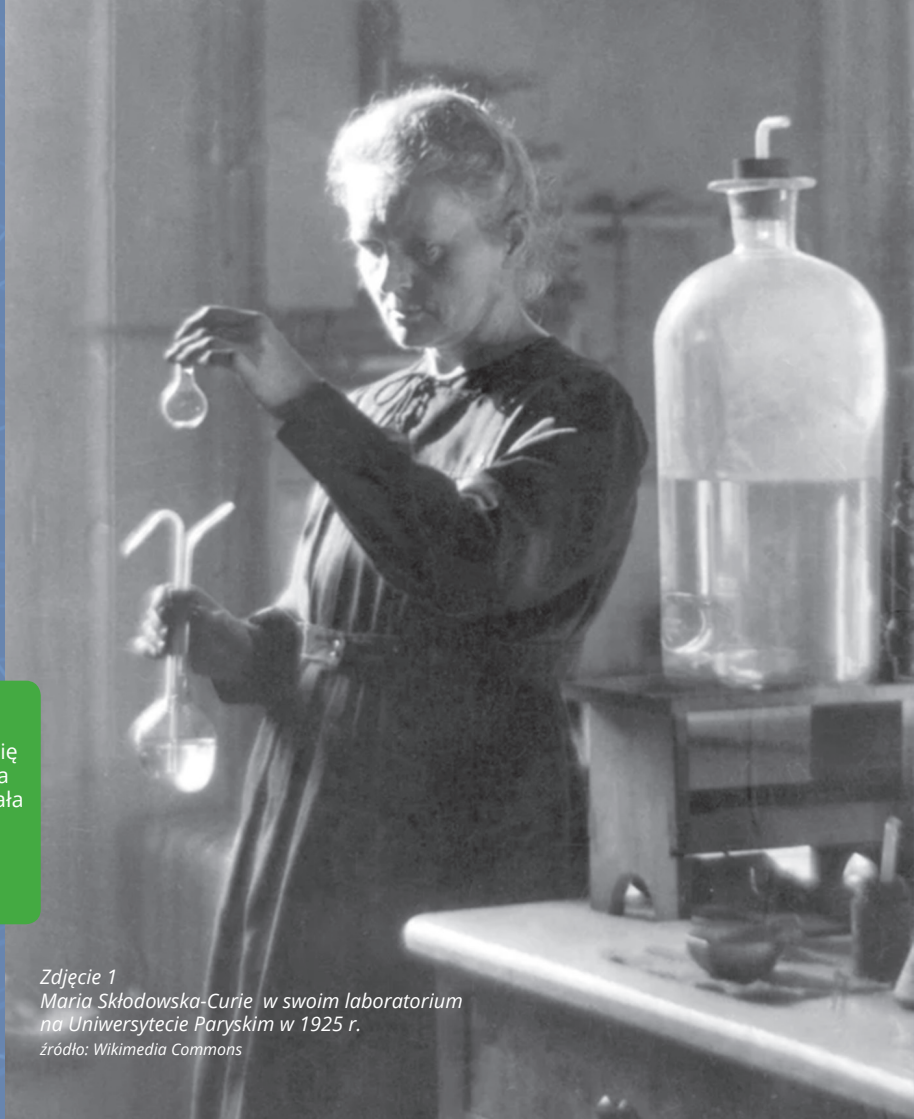
Pionierką badań nad zjawiskiem promieniotwórczości była znana, polska uczona: **Maria Skłodowska-Curie**. Odkryła istnienie takich pierwiastków promieniotwórczych jak **polon** i **rad**. Wraz ze swoim mężem, Piotrem Curie, badała ich właściwości i pokazała, że zjawisko promieniotwórczości da się wykorzystać praktycznie, zwłaszcza w medycynie.



### CIEKAWOSTKA:

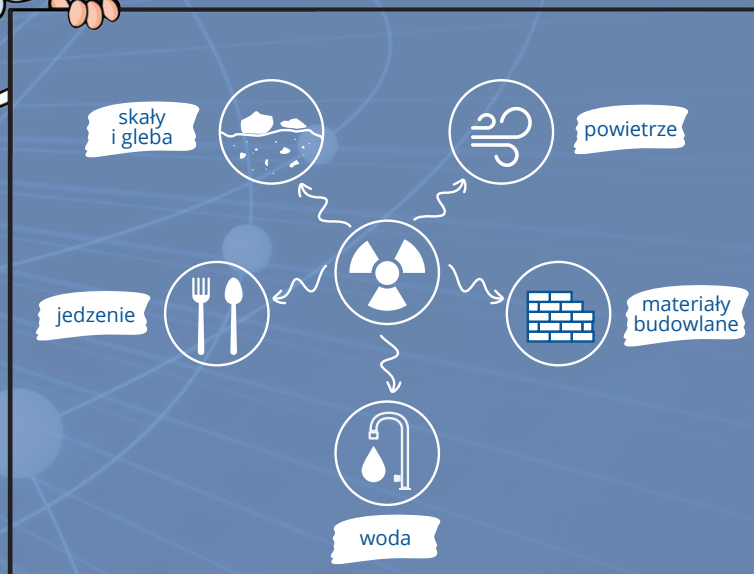
**Maria Skłodowska-Curie** urodziła się w Warszawie, ale na studia wyjechała do Paryża, gdzie mieszkała i pracowała przez resztę życia. Jest jedyną osobą w historii, która otrzymała dwie Nagrody Nobla z dwóch różnych dziedzin nauki: z fizyki i z chemii.

Zdjęcie 1  
*Maria Skłodowska-Curie w swoim laboratorium na Uniwersytecie Paryskim w 1925 r.*  
źródło: Wikimedia Commons



Promieniowanie jonizujące jest zjawiskiem naturalnym: to na przykład docierające do nas **promieniowanie kosmiczne**.

Źródłami naturalnego **promieniowania jonizującego** są też **skały i gleba**, **jedzenie**, które spożywamy, **woda**, którą pijemy, **materiały**, z których zbudowany jest nasz dom a nawet **powietrze**, którym oddychamy! Wynika to z faktu, że **radionuklidy** są częścią składową materii, jaka nas otacza i z której zbudowane są też nasze ciała.



### CIEKAWOSTKA:

Duża część dawki promieniowania, jaką przyjmujemy na co dzień ze źródeł naturalnych pochodzi od **radonu** – promieniotwórczego gazu szlachetnego.

**Radon** powstaje w wyniku rozpadu znajdującego się w glebie radu i unosi w powietrze. Gromadzi się w zamkniętych pomieszczeniach i jest jedną z przyczyn, dla których tak ważna jest wentylacja i regularne wietrzenie pomieszczeń.



Promieniowanie jonizujące nauczyliśmy się wykorzystywać w **naucze, medycynie i przemyśle**. Opanowaliśmy sposoby, aby je wytwarzać i kontrolować.



### CIEKAWOSTKA:

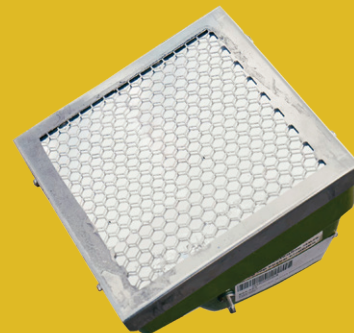
Promieniowanie jonizujące jesteśmy również w stanie wzbudzać w sposób sztuczny. **Odkrycie i prace nad sztuczną promieniotwórczością** zawdzięczamy córce Marii Skłodowskiej-Curie, **Irenie Curie-Joliot** oraz jej mężowi **Fryderykowi Joliot-Curie**.

Zdjęcie 2  
Irena i Fryderyk  
Joliot-Curie w swoim  
laboratorium  
w 1935 roku.

źródło: Wikimedia Commons



Promieniowanie jonizujące jest niewykrywalne dla naszych zmysłów. Możemy je jednak mierzyć specjalnymi urządzeniami pomiarowymi, np. **licznikiem Geigera-Muellera**. Mierzeniem promieniowania jonizującego i jego oddziaływania na materię zajmuje się dział fizyki nazywany **dozymetrią**.



Zdjęcie 3  
Powierzchnia urządzenia do pomiaru skażeń

Za każdym razem, gdy wykorzystujemy **zjawisko promieniotwórczości** do celów praktycznych powstają też **odpady – odpady promieniotwórcze.**

Odpady promieniotwórcze powstają, gdy wykorzystujemy substancje promieniotwórcze w:



**badaniach naukowych.** Na przykład geolodzy wykorzystują materiały promieniotwórcze przy datowaniu radiometrycznym, czyli do określania wieku skał a archeolodzy – do określenia wieku wykopalisk;



**przemysle** np. do tego, aby przechowywana żywność dłużej pozostała świeża albo aby sprawdzić szczelność rurociągu;



**elektrowniach jądrowych** do produkcji energii elektrycznej;



**medycynie**, zwłaszcza medycynie nuklearnej, po to, aby diagnozować choroby i aby skutecznie leczyć nowotwory.



Rys. 2  
Urządzenie scyntygraficzne



### CIEKAWOSTKA:

Jeśli w domu lub szkole masz czujkę dymu starego typu, jest prawdopodobne, że znajduje się w niej małe **źródło promieniotwórcze**. Zasilając detektor, załącza ono alarm i ostrzega przed potencjalnym niebezpieczeństwem.



Zdjęcie 4  
Radiofarmaceutyk



**Odpady promieniotwórcze są traktowane specjalnie**, inaczej niż pozostałe rodzaje odpadów, które jako ludzie produkujemy. Podlegają też ścisłej ewidencji i kontroli.

W Polsce postępowaniem odpadami promieniotwórczymi zajmuje się specjalny zakład: **Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Przedsiębiorstwo Państwowe, czyli ZUOP.**



### CIEKAWOSTKA:

Raz wzbudzonego promieniowania nie da się „wyłączyć”, dlatego tak ważne jest odpowiednie postępowanie z odpadami promieniotwórczymi, które ma nas przed ich wpływem zabezpieczać do momentu, kiedy ich aktywność naturalnie nie spadnie do neutralnych poziomów.



### CIEKAWOSTKA:

Nad produkcją materiałów promieniotwórczych i postępowaniem z materiałami promieniotwórczymi, w tym z odpadami promieniotwórczymi, czuwa w Polsce **krajowy dozór jądrowy**. To taka „policja jądrowa”. Państwowa Agencja Atomistyki czuwa nad bezpieczeństwem wykorzystania substancji i materiałów promieniotwórczych.



Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych powołano do istnienia w 2002 roku na mocy ustawy Prawo atomowe. Jest przedsiębiorstwem użyteczności publicznej – jedynym, któremu poświęcono osobny rozdział w ustawie.



**Misją Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych jest służba na rzecz społeczeństwa** w celu zapewnienia bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

Chroniąc ludzi i środowisko przed potencjalnym wpływem odpadów promieniotwórczych, ZUOP jest jednym z podmiotów zapewniających bezpieczeństwo radiologiczne kraju.

Różan

Otwock



KSOP

rzeka Narew



### CIEKAWOSTKA:

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych znajduje się na terenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych w **Świerku** pod Warszawą. Do ZUOP trafiają obecnie wszystkie odpady promieniotwórcze wyprodukowane na terenie Polski w celu właściwego przetworzenia a następnie - do składowania w Krajowym Składowisku Odpadów Promieniotwórczych w Różanie.

ZUOP jest jedynym przedsiębiorstwem w Polsce, które może składować odpady promieniotwórcze.



### CIEKAWOSTKA:

Biuro ZUOP mieści się w budynku pierwszego **reaktora**, jaki zbudowano w Polsce, na terenie Ośrodka Jądrowego w Świerku. Był to uruchomiony w 1958 r. **reaktor eksperymentalny EWA**.

Reaktor EWA wyłączono w 1995 r. Jest obecnie w stanie likwidacji. Została po nim betonowa obudowa, którą można zobaczyć odwiedzając Centrum Edukacyjne ZUOP w **Otwocku**.



**Odpady promieniotwórcze**, które powstają w Polsce to głównie odpady nisko i średnioaktywne, które nie emitują wysokiego promieniowania. Pochodzą z **oddziałów medycyny nuklearnej i szpitali, z laboratoriów badawczych, nauki i przemysłu.**

W siedzibie Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Świerku znajdują się specjalne instalacje, w których przetwarzane są odpady promieniotwórcze po to, aby te zajęły jak najmniej miejsca i zmieściły do specjalnych pojemników.

- ! Jak przetwarza się odpady promieniotwórcze w Zakładzie?
- ➡ Jeśli odpady są w postaci stałej, podlegają prasowaniu lub rozdrobnieniu. Umieszcza się je w specjalnych pojemnikach, dodatkowo dopełnianych betonem.
- ➡ Jeśli odpady są w postaci płynnej, poddaje się je specjalnym procesom w instalacji wyparnej bądź w instalacji odwróconej osmozy. W ten sposób odzyskuje się oczyszczoną wodę a zanieczyszczenia koncentrują się w możliwie najmniejszej ilości zagęszczonego płynu. Potem taki koncentrat miesza się ze specjalnym cementem i zamyka w szczelnym pojemniku.

### **CIKAWOSTKA:**

Najwięcej odpadów promieniotwórczych w Polsce produkuje obecnie Narodowe Centrum Badań Jądrowych. To właściciel reaktora doświadczalno-produkcyjnego Maria, który znajduje się po sąsiedzku z siedzibą ZUOP w Świerku pod **Warszawą**. **Reaktor Maria** służy do prowadzenia badań naukowych oraz produkcji radiofarmaceutyków, czyli leków do walki z nowotworami. Dostarcza je szpitalom na całym świecie.



## CIEKAWOSTKA:

Odpady promieniotwórcze umieszcza się w 200 litrowych pojemnikach nazywanych bębniami. Można je też umieszczać w pojemnikach o mniejszej pojemności – te nazywamy **hobokami**.



Specjalnym rodzajem odpadów są zamknięte zużyte źródła promieniotwórcze. To małe ilości materiału promieniotwórczego: zamknięte w ochronnej obudowie. Emitowały one promieniowanie, na którym opierało się funkcjonowanie jakiegoś urządzenia np. czujki dymu. Po wyjęciu z obudowy, zużyte źródła promieniotwórcze są zbiorczo pakowane w metalowe puszkę i zalewane żywicą epoksydową. Szczelnie zamknięte puszkę, są następnie odpowiednio znakowane.



Odpowiednio przetworzone i zabezpieczone odpady promieniotwórcze przewozi się specjalnie oznakowanymi samochodami na składowisko odpadów promieniotwórczych w Różanie.

Tam są bezpieczne, a my jesteśmy chronieni przed ich wpływem aż do momentu, kiedy ich aktywność nie spadnie do zupełnie neutralnego poziomu.



## CIEKAWOSTKA:

Międzynarodowym znakiem ostrzegającym o obecności materiałów promieniotwórczych jest z pewnością znana Ci stylizowana „koniczynka” na żółtym lub białym tle.



**Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych** działa w Róźnie od 1961 roku. To jedyne takie składowisko w Polsce.

Znajdują się w nim wszystkie nisko i średnioaktywne odpady promieniotwórcze wyprodukowane w naszym kraju na przestrzeni wszystkich tych dekad.

KSOP to specjalnie przystosowany do celów składowania odpadów promieniotwórczych dawny fort wojskowy zbudowany przez wojska carskie na początku XX wieku.

Jego **betonowe ściany w niektórych miejscach mają prawie 2 metry grubości!**



Skutecznie chronią ludzi i środowisko przed potencjalnym wpływem promieniowania.



### CIEKAWOSTKA:

Łączna objętość zeskładowanych na KSOP odpadów to ok. 4200 m<sup>3</sup>, czyli mniej więcej tyle, co jeden i dwie trzecie olimpijskiego basenu pływackiego.



=



+



### CIEKAWOSTKA:

Ludzi i środowisko przed potencjalnym wpływem zgromadzonych w KSOP odpadów chronią nie tylko grube mury, ale też specjalnie zaprojektowany system zwielokrotnionych barier. To bariery naturalne: m.in. położenie składowiska poza zasięgiem powodzi i podłoże geologiczne. Są też bariery fizyczne i inżynieryjne: m.in. sama forma odpadu, wykorzystanie specjalnych, odpornych na korozję pojemników, czy konstrukcja składowiska.

**Stan środowiska**  
na Krajowym  
Składowisku Odpadów  
Promieniotwórczych  
i w jego bezpośrednim  
otoczeniu jest **ściśle**  
monitorowany.



**✓ CIEKAWOSTKA:**  
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, który jest właścicielem Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie regularnie organizuje Dni Otwarte KSOP, w trakcie których można je zwiedzać.

**✓ CIEKAWOSTKA:**  
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, który zarządza KSOP w ciągu roku pobiera ponad 1200 próbek wody, gleby, trawy i powietrza. Wszystkie próbki są badane przez dwa niezależne laboratoria a okoliczni mieszkańcy otrzymują ważne dla nich i dla ich bezpieczeństwa informacje o wynikach tych badań.

Skuteczność stosowanych zabezpieczeń (barier) jest systematycznie sprawdzana przez kontrole:

- narażenia radiologicznego pracowników na podstawie pomiarów indywidualnych,
- zawartości substancji promieniotwórczych,



WODA



GLEBY I TRAWY



POWIETRZA

- gruntowa
  - źródłana
  - rzeczna
  - studzienna
  - wodociągowa
- poziomu promieniowania na terenie i w otoczeniu składowiska.

Miejsca poboru próbek wody w otoczeniu KSOP



**SYMBOLE**

- wody źródłane
- wody gruntowe
- wody studzienne
- wody rzeczne
- wody wodociągowe





Elektrownie jądrowe, które planujemy zbudować w Polsce też będą produkować odpady promieniotwórcze.

Większość to odpady nisko i średnioaktywne, z którymi jako Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych mamy już wiele lat doświadczenia.



### CIEKAWOSTKA:

W ciągu roku pracy reaktora jądrowego o mocy 1000 MW powstaje ok. 100 m<sup>3</sup> odpadów nisko i średnioaktywnych i ok. 35 ton odpadów wysokoaktywnych.



### CIEKAWOSTKA:

Po zamknięciu Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie, stan środowiska będzie tam monitorowany przez następne 300 lat.



### CIEKAWOSTKA:

Teren działającego obecnie KSOP to ok. 3 ha. Aby zbudować nowy obiekt, potrzebny będzie teren o wiele większy, szacowany na ok. 100 ha.

Nisko i średnioaktywne odpady promieniotwórcze, które powstaną w planowanych elektrowniach jądrowych nie trafią już jednak do Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie. To się powoli zapełnia. Potrzebny będzie nowy obiekt, w którym będzie je można składować.

Z elektrowni jądrowych będzie pochodzić też **wypalone paliwo jądrowe**. To specjalna kategoria wysokoaktywnego odpadu promieniotwórczego.



### CIEKAWOSTKA:

Gdybyś przez całe swoje życie korzystał tylko z energii wyprodukowanej w elektrowni jądrowej, wszystkie odpady wysokoaktywne z tym związane zmieściłyby się do jednej, małej puszki po napoju gazowanym!



## Jak wygląda postępowanie z wypalonym paliwem jądrowym?



- Wypalone paliwo jądrowe, po wyjęciu z reaktora, jest wciąż wysokoaktywne i bardzo rozgrzane. Wymaga specjalnego traktowania. Najpierw, dopóki nie ostygnie i chłodzi się je w specjalnym basenie wewnątrz budynku reaktora.
- Następnie, zamyka się je w specjalnych przechowalnikach wypalonego paliwa jądrowego, które znajdują się na terenie elektrowni.
- Wypalone paliwo jądrowe można poddać recyklingowi, aby trafiło ponownie do wnętrza reaktora i służyło produkcji energii elektrycznej. Tak robią m.in. Francja, czy Wielka Brytania.
- Wypalone paliwo jądrowe ostatecznie składa się w specjalnych obiektach – w głębokich składowiskach geologicznych. To system podziemnych komór i korytarzy, gdzie wypalone paliwo jądrowe może leżeć nie niepokojone przez setki lat aż straci swoją aktywność. Takie składowisko powstaje właśnie w Finlandii. Wkrótce powstanie też we Francji, Szwecji i Szwajcarii. W przyszłości, będziemy potrzebować go też w Polsce.

# WYKREŚLANKA ZE SŁOWAMI:

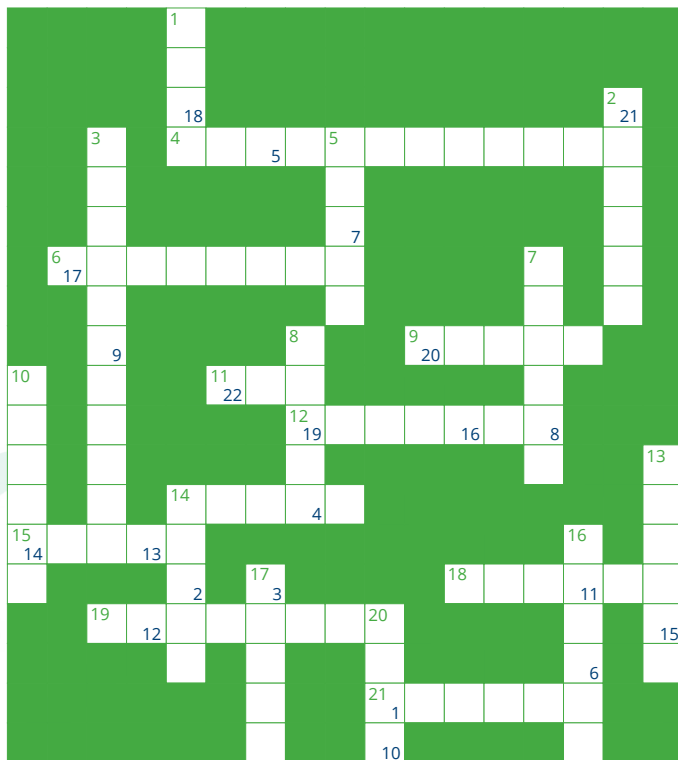
Wśród liter umieszczonych w polu kwadratu  
odszukaj poniższe słowa:

Odpad  
Składowisko  
Radiografia  
Izotop  
Przetwarzanie  
Polon  
Radon  
Dozymetria  
Reaktor  
Radionuklid  
Świerk  
Fizyka  
Chemia  
Atomistyka





# KRZYŻÓWKA



Hasło:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## Poziomo

- 4 Terapia polegająca na niszczeniu komórek nowotworowych z użyciem wysokich dawek promieniowania jonizującego.
- 6 Miasto, które jest siedzibą krajowego dozoru jądrowego, czyli Polskiej Agencji Atomistyki
- 9 Nazwisko Piotra, męża Marii Skłodowskiej, z którym współpracowała przy odkryciach polonu i radu.
- 11 Nazwa pierwszego reaktora jądrowego, jaki zbudowano w Polsce.
- 12 Urządzenie, które produkuje energię w oparciu o wykorzystanie zjawiska promieniotwórczości. Wykorzystywane np. do produkcji radiofarmaceutyków, czy energii elektrycznej.
- 14 Miasto na Mazowszu, gdzie od 1961 roku działa Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych.
- 15 Jedna z córek Marii Skłodowskiej-Curie, współodkrywczyń zjawiska sztucznej promieniotwórczości.
- 18 Fryderyk, mąż Ireny Curie. Współodkrywca zjawiska sztucznej promieniotwórczości.
- 19 Nauka o Ziemi, która pozwala określać np. wiek skał i bezpieczeństwo budowy składowiska odpadów promieniotwórczych.
- 21 Miasto niedaleko Warszawy, gdzie mieści się siedziba Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych.

## Pionowo

- 1 Chemiczny, fizyczny lub matematyczny.
- 2 Pierwszy wyraz składający się na nazwę ZUOP.
- 3 Proces długoterminowego przechowywania odpadów promieniotwórczych w oczekiwaniu aż stracą aktywność.
- 5 Coś, o czym wiemy, że nam się już do niczego nie przyda.
- 7 Część Otwocka, w której znajduje się Ośrodek Jądrowy.
- 8 Nazwa reaktora produkcyjno-doświadczalnego, który działa na terenie Ośrodka Jądrowego w Świerku.
- 10 Nauka przyrodnicza o fundamentalnych właściwościach materii i prawach, które nią rządzą.
- 13 Forma, w jakiej może występować atom danego pierwiastka.
- 14 Naturalny, szlachetny gaz promieniotwórczy ulatniający się z gleby.
- 16 Nauka przyrodnicza o naturze i właściwościach substancji.
- 17 Nazwany na cześć naszego kraju pierwiastek odkryty przez Marię Skłodowską-Curie.
- 20 Składowa część materii złożona z jądra i powłok elektronowych.

# ANAGRAMY DLA SŁÓW:

Znajdź po 5 przykładów słów ukrytych w słowach:  
np.: „promieniotwórczość” zawiera słowo „twór”, „prom”, itd.

## Promieniotwórczość

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Izotop

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Przetwarzanie

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Dozymetria

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Elektron

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Składowanie

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Unieszkodliwianie

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Radiografia

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Neutron

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Radionuklid

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Atomistyka

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## Radiofarmaceutyk

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....



# TEST JEDNOKROTNEGO WYBORU:

1. Podmiot, który w Polsce zajmuje się przetwarzaniem i składowaniem odpadów promieniotwórczych to:

- a. Państwowa Agencja Atomistyki;
- b. Narodowe Centrum Badań Jądrowych;
- c. Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych;
- d. Polskie Elektrownie Jądrowe.

2. Siedziba Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych mieści się w:

- a. Warszawie;
- b. Gdyni;
- c. Otwocku;
- d. Różanie.

3. Wszystkie odpady promieniotwórcze odbierane przez ZUOP są przetwarzane:

- a. W instalacjach ZUOP znajdujących się w Kielcach;
- b. W instalacjach ZUOP mieszczących się w KSOP;
- c. W instalacjach ZUOP mieszczących się w Otwocku;
- d. W instalacjach ZUOP mieszczących się w Warszawie.

4. Przetworzone i zabezpieczone przez ZUOP odpady promieniotwórcze specjalnym transportem przewozi się do:

- a. Państwowej Agencji Atomistyki;
- b. Polskich Elektrowni Jądrowych;
- c. Instytutu Chemii i Technik Jądrowych;
- d. Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych.

5. Ile jest składowisk odpadów promieniotwórczych w Polsce:

- a. 1;
- b. 2;
- c. 3;
- d. 4.

6. W czym zamyka się i zabezpiecza przetworzone odpady promieniotwórcze:

- a. W beczkach;
- b. W metalowych skrzyniach;
- c. W specjalnych pojemnikach nazywanych bębniami lub hobokami;
- d. W kontenerach.

7. Czym dopełnia się pojemnik z odpadami promieniotwórczymi, aby zabezpieczyć je przed rozsypaniem się, rozlaniem i wpływem wilgoci:

- a. Watą;
- b. Klejem;
- c. Betonem;
- d. Masą solną.

8. Jakie odpady trafiają na Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie:

- a. Wypalone paliwo jądrowe;
- b. Wysokoaktywne;
- c. Nisko i średnioaktywne;
- d. Przejściowe.

9. Czym jest składowanie odpadów promieniotwórczych:

- a. Trwałym odizolowaniem odpadów promieniotwórczych od środowiska w oczekiwaniu aż stracą aktywność;
- b. Przechowywaniem do momentu aż wymyślimy co z nimi zrobić;
- c. Magazynowaniem pod kątem ponownego wykorzystania.

10. Działalność związaną z pracami z wykorzystaniem materiałów promieniotwórczych w Polsce kontroluje i nadzoruje:

- a. Policja;
- b. Państwowa Straż Pożarna;
- c. Państwowa Agencja Atomistyki;
- d. Ministerstwo Aktywów Państwowych.

# PRZYPORZĄDKUJ DZIAŁANIA Z ZAKRESU PRZETWARZANIA POSZCZEGÓLNYM RODZAJOM ODPADÓW

## Rodzaje odpadów:

1. Odpady nisko i średnioaktywne ciekłe

2. Odpady nisko i średnioaktywne stałe

3. Zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze

4. Wypalone paliwo jądrowe

A. Odbiór

B. Rozdrobnienie lub prasowanie

C. Zalanie betonem

D. Zalanie żywicą epoksydową

E. Rozmontowanie i wyjęcie z obudowy

F. Składowanie w głębokim składowisku geologicznym

G. Zamknięcie w pojemnikach: bębnach lub hobokach

H. Zamknięcie w szczelnej puszcze

I. Chłodzenie w basenie przy reaktorze

J. Przechowalniki na terenie elektrowni jądrowej

K. Transport na składowisko

L. Składowanie w komorze składowiska powierzchniowego dla odpadów promieniotwórczych

M. Poddanie procesowi wyparnemu lub odwróconej osmozy

# ROZWIĄZANIA:

## Krzyżówka:

1. Wzór
2. Zakład
3. Składowanie
4. Radioterapia
5. Odpad
6. Warszawa
7. Świerk
8. Maria
9. Curie
10. Chemia
11. Ewa
12. Reaktor
13. Izotop
14. Różan
14. Radon
15. Irena
16. Fizyka
17. Polon
18. Joliot
19. Geologia
20. Atom
21. Otwock

## Test jednokrotnego wyboru:

1. C
2. C
3. C
4. D
5. A
6. C
7. C
8. C
9. A
10. C

## Działania z zakresu przetwarzania poszczególnych rodzajów odpadów:

1. A M C G K L
2. A B C G K L
3. A E D H K L
4. I J K F

Hasło: **Odpady promieniotwórcze**



**Wydawca:**

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Przedsiębiorstwo Państwowe  
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock  
[www.zuop.pl](http://www.zuop.pl)

**Tekst:**

Urszula Kuczyńska

**Konsultacje merytoryczne:**

pracownicy Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

**Opracowanie graficzne:**

[Efectoro.pl](http://Efectoro.pl)

Copyright 2023 Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych



ZAKŁAD UNIESZKODLIWIANIA  
ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

[www.zuop.pl](http://www.zuop.pl)

