



ZU  P

FUNDACJA
FORUM ATOMOWE

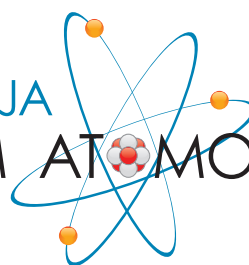


CO ROBIMY Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI?

CO ROBIAMY Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI?



FUNDACJA
FORUM ATOMOWE



Otwock 2017

Autor: Łukasz Koszuk

Ilustrator: Krzysztof Kałucki

Opracowano na zlecenie Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych
Wydanie I, 2017

Wydawca:

Fundacja FORUM ATOMOWE

ul. Złota 7 lok. 18

00-019 Warszawa

www.forumatomowe.org

fundacja@forumatomowe.org

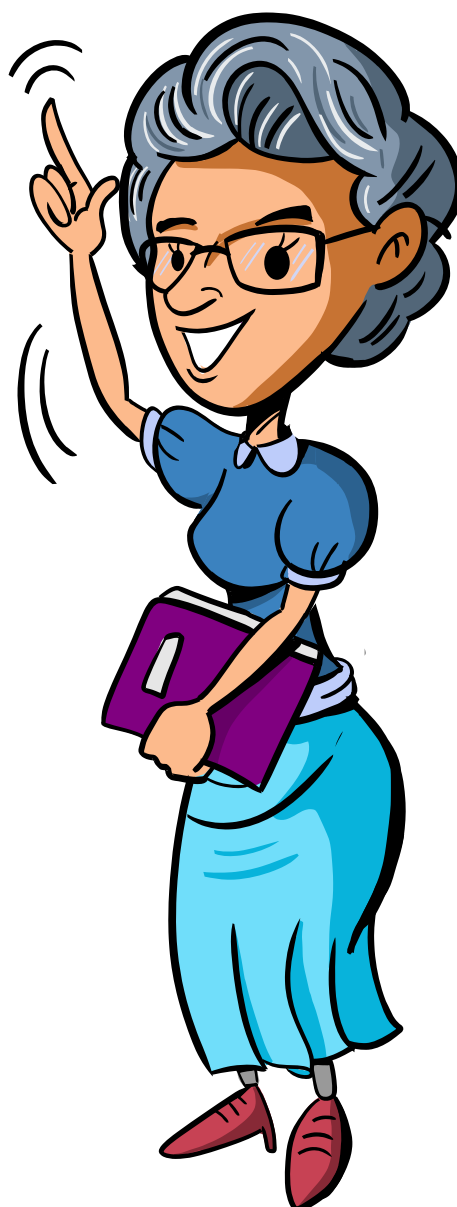
ISBN: 978-83-960557-3-6

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Zdjęcia: ©Fotolia, Freeimages.com, nrc.gov, Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

Copyright © 2017 Fundacja FORUM ATOMOWE,
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

Witaj, mam na imię
Maria i zapraszam Cię
do wspólnej przygody
i zabawy z książeczką.
Pokoloruj ilustracje,
a ja opowiem Ci
wszystko o odpadach
promieniotwórczych.

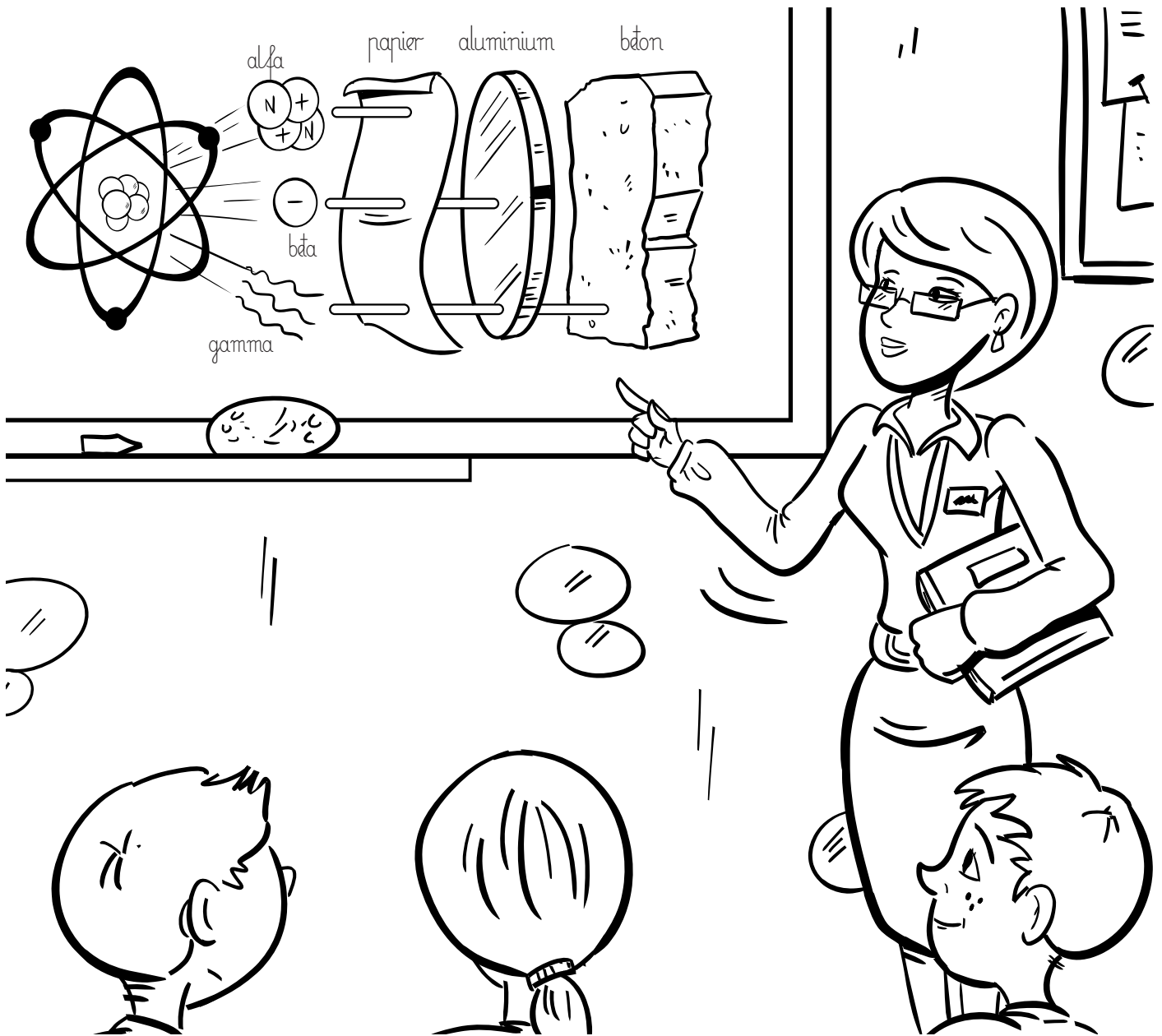


Drodzy Rodzice,

wszystko, co związane jest z promieniowaniem jonizującym, budzi zwykle strach i negatywne emocje. Wynikają one przede wszystkim z małej świadomości i wiedzy na temat własności promieniowania oraz jego wykorzystania w przemyśle, medycynie i nauce. Uważamy, że na edukację o promieniotwórczości i jej zastosowaniach nigdy nie jest za wcześnie. Dlatego zachęcamy do pracy z książką „*Co robimy z odpadami promieniotwórczymi?*”, która została przygotowana specjalnie dla dzieci rozpoczynających edukację szkolną. Na każdej karcie dzieci mają możliwość pokolorowania rysunku ilustrującego kolejne zagadnienia dotyczące źródeł powstawania i postępowania z odpadami promieniotwórczymi. U dołu strony znajduje się także krótkie wytłumaczenie danego tematu. Życzymy miłej zabawy Wam i Waszym dzieciom!

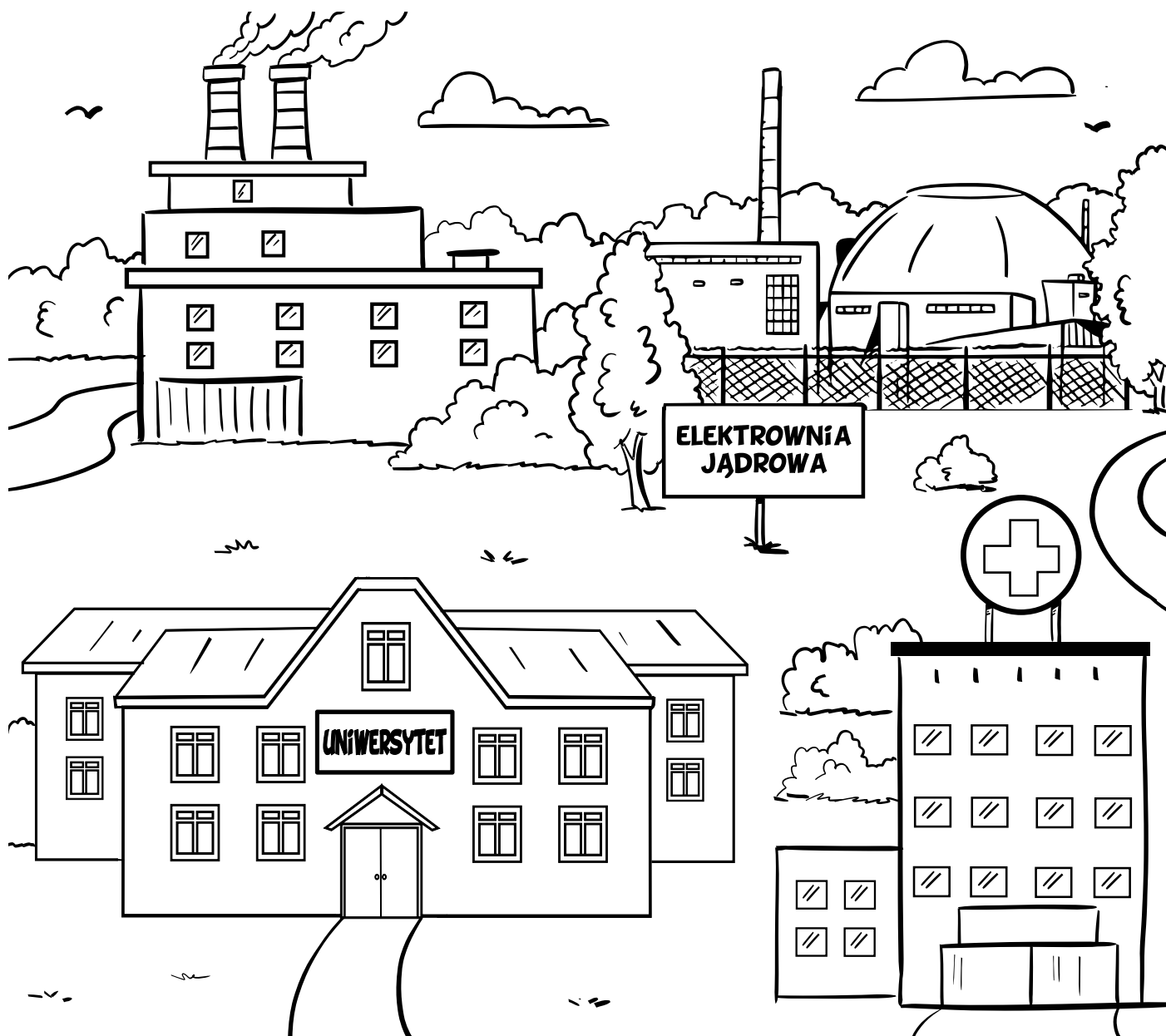
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, Fundacja FORUM ATOMOWE

Atomy, z których zbudowany jest nasz świat, mogą być promieniotwórcze.



Wszystko, co nas otacza zbudowane jest z małych, niewidzialnych gołym okiem, **atomów**. Każdy atom posiada centralnie położone **jądro**, wokół którego krążą znikomo małe i lekkie cząstki - **elektrony**. Niektóre jądra atomowe mają szczególną właściwość - mogą ulegać rozpadowi. W trakcie tego procesu wyrzucają z siebie mniejsze cząstki, zwane **promieniowaniem jonizującym**. Zjawisko to nazywamy **promieniotwórczością**. Znamy trzy rodzaje promieniowania jonizującego - **alfa**, czyli jądra atomów helu, **beta**, czyli elektrony oraz **gamma**, fale elektromagnetyczne o dużej energii.

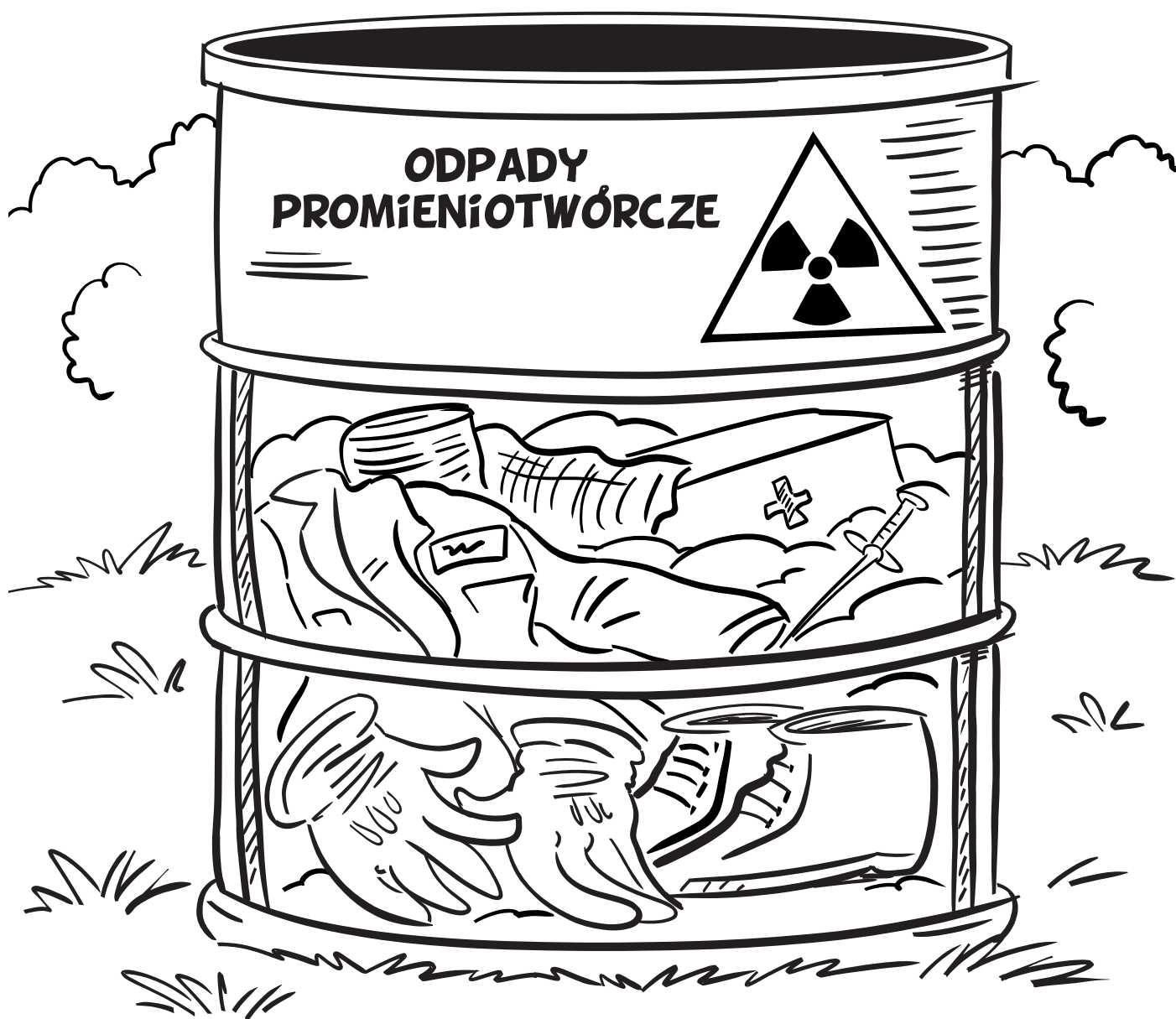
Promieniowanie jonizujące wykorzystywane jest w wielu dziedzinach życia.



Promieniowanie jonizujące występuje powszechnie w przyrodzie. Nazywamy je **promieniowaniem naturalnym**. Pochodzi ono między innymi z kosmosu, z naturalnych materiałów promieniotwórczych obecnych w skorupie ziemskiej, czy w naszym organizmie. Do każdego z nas może również docierać promieniowanie jonizujące będące wynikiem działalności ludzkiej - nazywamy je **szlaczynym**. Biologia, medycyna, rolnictwo, chemia, energetyka i wiele innych gałęzi przemysłu wykorzystuje promieniowanie jonizujące.

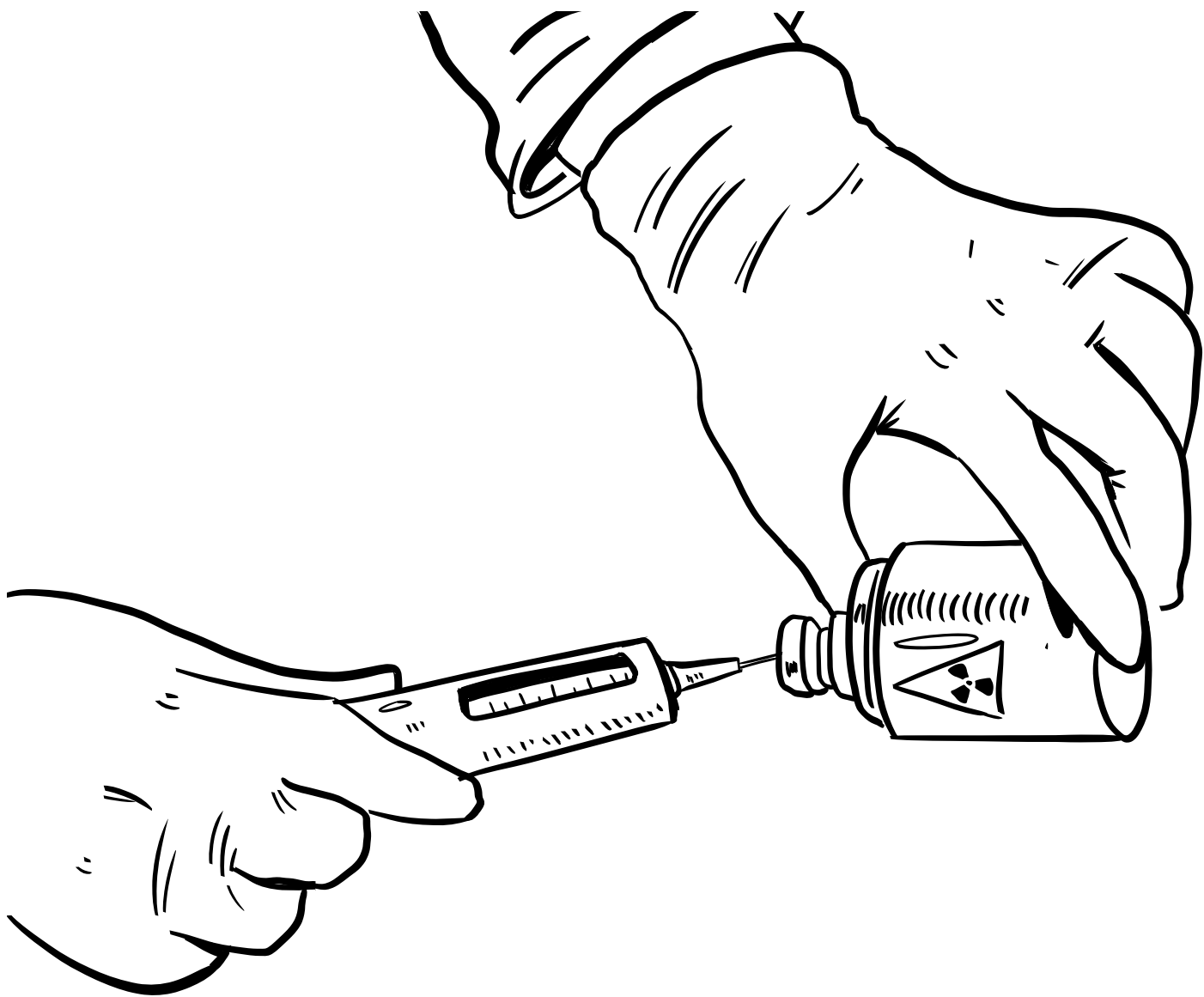


Działalność człowieka powoduje powstawanie odpadów promieniotwórczych.



Przy pokojowym wykorzystywaniu energii jądrowej najwięcej **odpadów promieniotwórczych** pochodzi z reaktorów energetycznych i badawczych, zakładów produkujących paliwo jądrowe oraz zakładów przerobu zużytego paliwa. Znaczne ilości odpadów promieniotwórczych powstają także poza przemysłem nuklearnym, ponieważ substancje promieniotwórcze są coraz szerzej stosowane w nauce, technice i medycynie. Dlatego też pokolenia, które czerpią korzyści z energii jądrowej, muszą być odpowiedzialne za postępowanie z takimi odpadami.

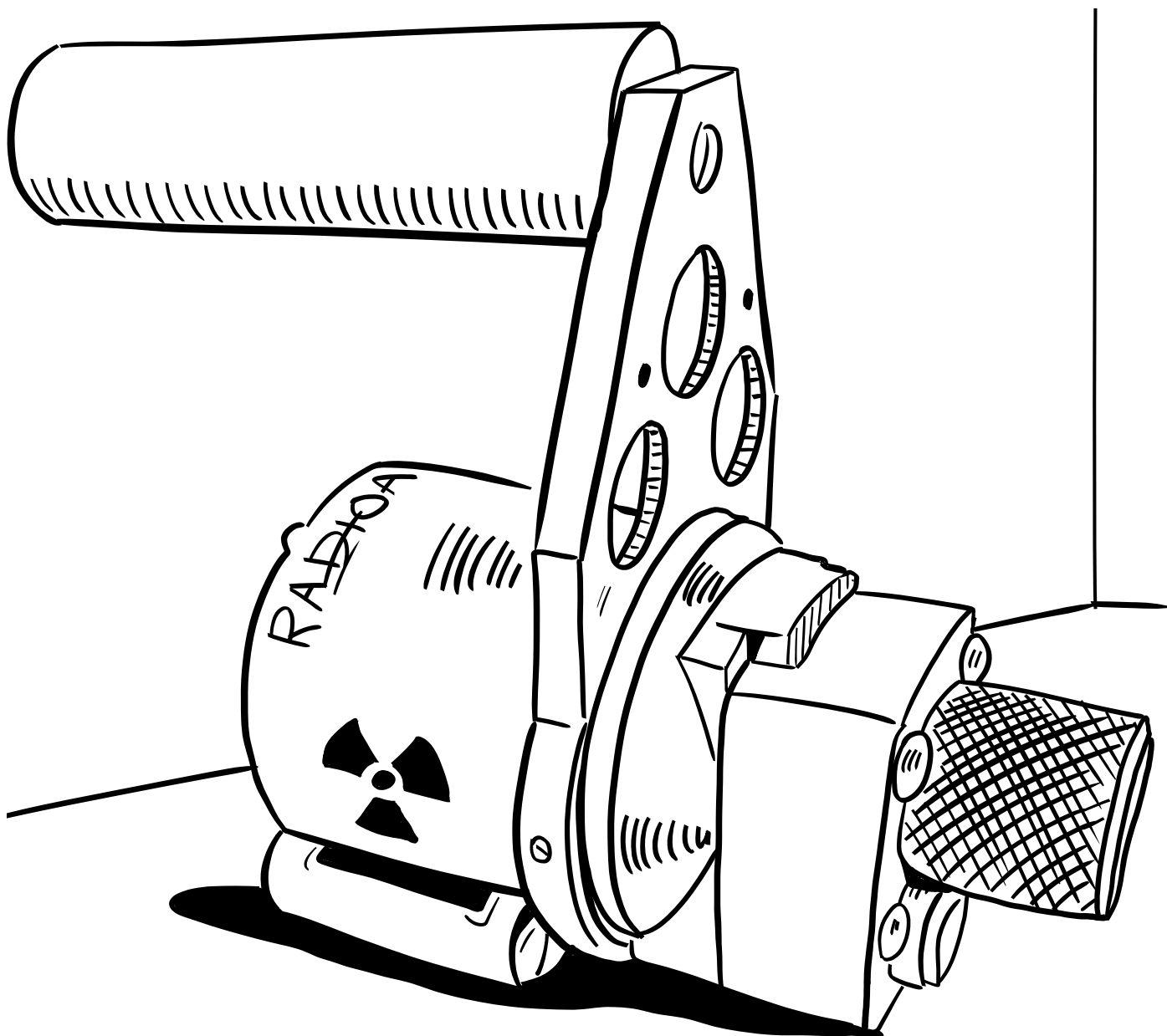
Źródła promieniotwórcze wykorzystywane są w medycynie do diagnostyki i terapii.



Medycyna nuklearna zajmuje się medycznym zastosowaniem substancji promieniotwórczych w dwóch obszarach - w *diagnostyce*, czyli rozpoznawaniu choroby oraz w *terapii*, czyli leczeniu. Lekarze stosują prześwietlenia rentgenowskie w celu zdiagnozowania złamanych kości. Wykorzystują promieniowanie w leczeniu wielu rodzajów nowotworów. Narzędzia medyczne stosowane w szpitalach często sterylizowane są promieniowaniem jonizującym.



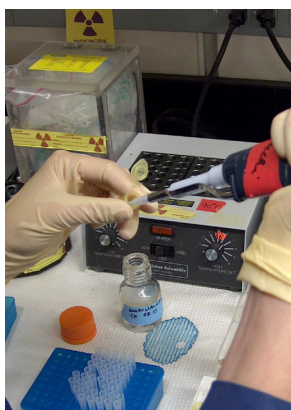
Źródła promieniotwórcze wykorzystywane są w wielu gałęziach przemysłu.



Promieniowanie jonizujące znalazło zastosowanie w technice. Najczęściej jest ono wykorzystywane do diagnostyki stanu technicznego i wykrywania wad materiałowych w urządzeniach przemysłowych, np. w rurach czy w miejscach trudno dostępnych dla człowieka. Metodę tę nazywamy **radiografią**. Źródła promieniowania mogą być użyte również do pomiaru grubości papieru podczas jego produkcji. Trudno wymienić wszystkie zastosowania promieniowania jonizującego, tak wiele ich jest.



Źródła promieniotwórcze wykorzystywane są w badaniach naukowych.



Źródła promieniotwórcze mają szerokie zastosowanie w nauce - od biologii, chemii i fizyki, po archeologię i nauki o Ziemi. Posługujemy się materiałami promieniotwórczymi przy wytwarzaniu nowych leków czy tworzeniu i rozwoju odmian roślin odpornych na choroby. Źródła promieniotwórcze można spotkać w wielu laboratoriach chemików i fizyków. W geologii określa się wiek skał i bada dryf kontynentalny na podstawie zawartości odpowiednich naturalnych substancji promieniotwórczych w skałach.



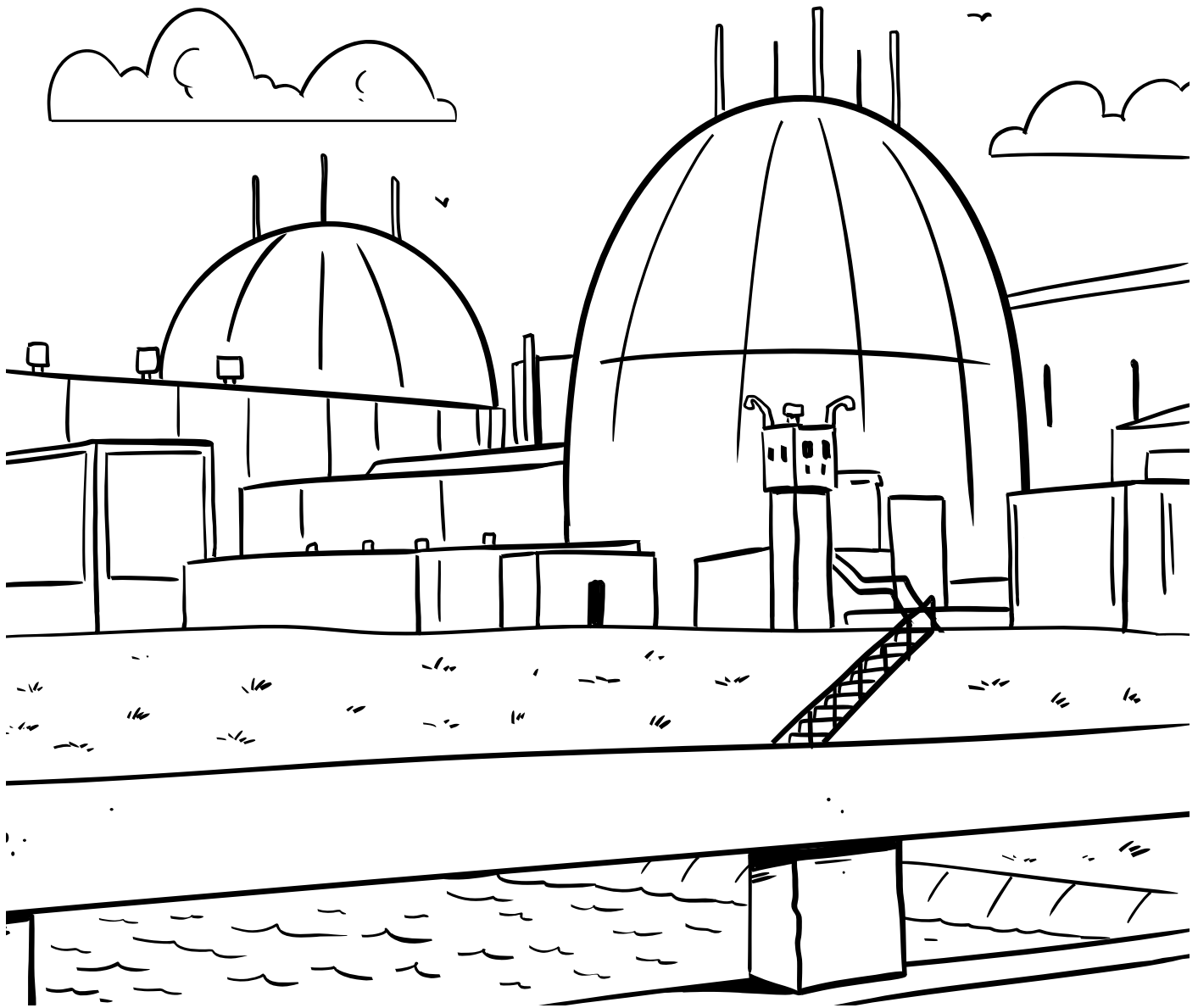
Źródła promieniotwórcze można znaleźć także w naszych domach.



Źródła promieniotwórcze można znaleźć także w produktach powszechnego użycia, co może być zaskoczeniem. Takim przykładem są **czujki dymu**, zawierające małe ilości materiału promieniotwórczego. Gdy w naszym domu pojawi się dym, jego cząsteczki dostają się pomiędzy źródło promieniotwórcze a detektor promieniowania. Prąd elektryczny w czujce przestaje płynąć, co powoduje uruchomienie alarmu. Takie czujki są dla nas bezpieczne, ponieważ emitowane promieniowanie alfa nie wydostaje się poza ich obudowę.



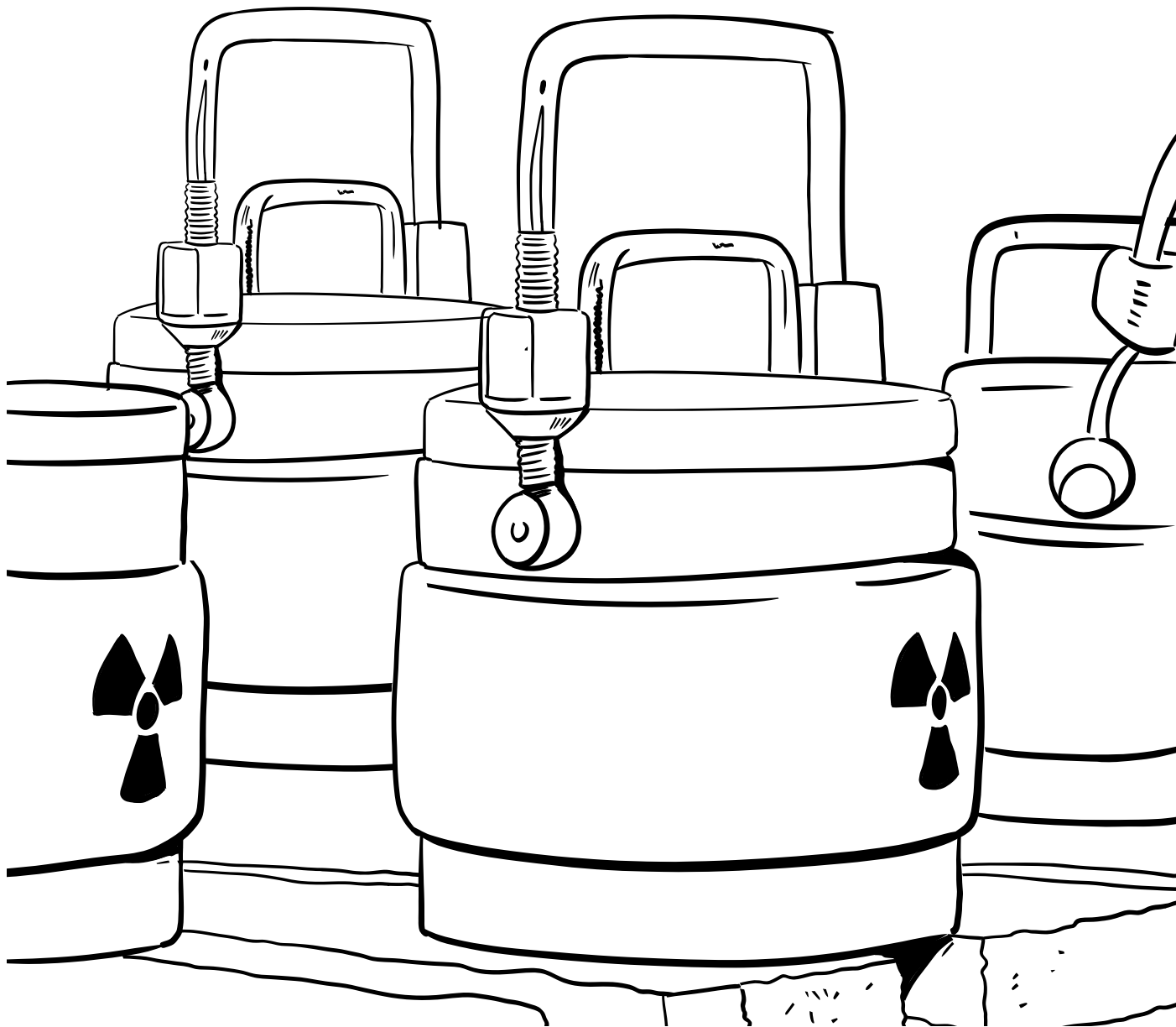
Energetyka jądrowa jest źródłem odpadów promieniotwórczych.



Elektrownie jądrowe wytwarzają odpady promieniotwórcze. Jednak ich ilość jest bardzo mała w porównaniu z ilością odpadów powstających w elektrowniach węglowych. Niektóre odpady z elektrowni jądrowej są wysokoaktywne, czyli emitują dużą ilość promieniowania jonizującego. Usuwanie i unieszkodliwianie tych odpadów wymaga szczególnej ostrożności w celu ochrony pracowników i środowiska.



Źródła promieniotwórcze przechowywane są w ołowianych pojemnikach.



Źródła promieniotwórcze przechowuje i transportuje się w specjalnych pojemnikach wykonanych z ciężkiego metalu. Zwykle wykorzystuje się ciężki ołów, który w połączeniu z grubymi ściankami pojemnika zapewnia ochronę przed promieniowaniem jonizującym. Promieniowanie nie wydostaje się z pojemnika, dzięki temu źródła mogą być bezpiecznie przenoszone z miejsca na miejsce.



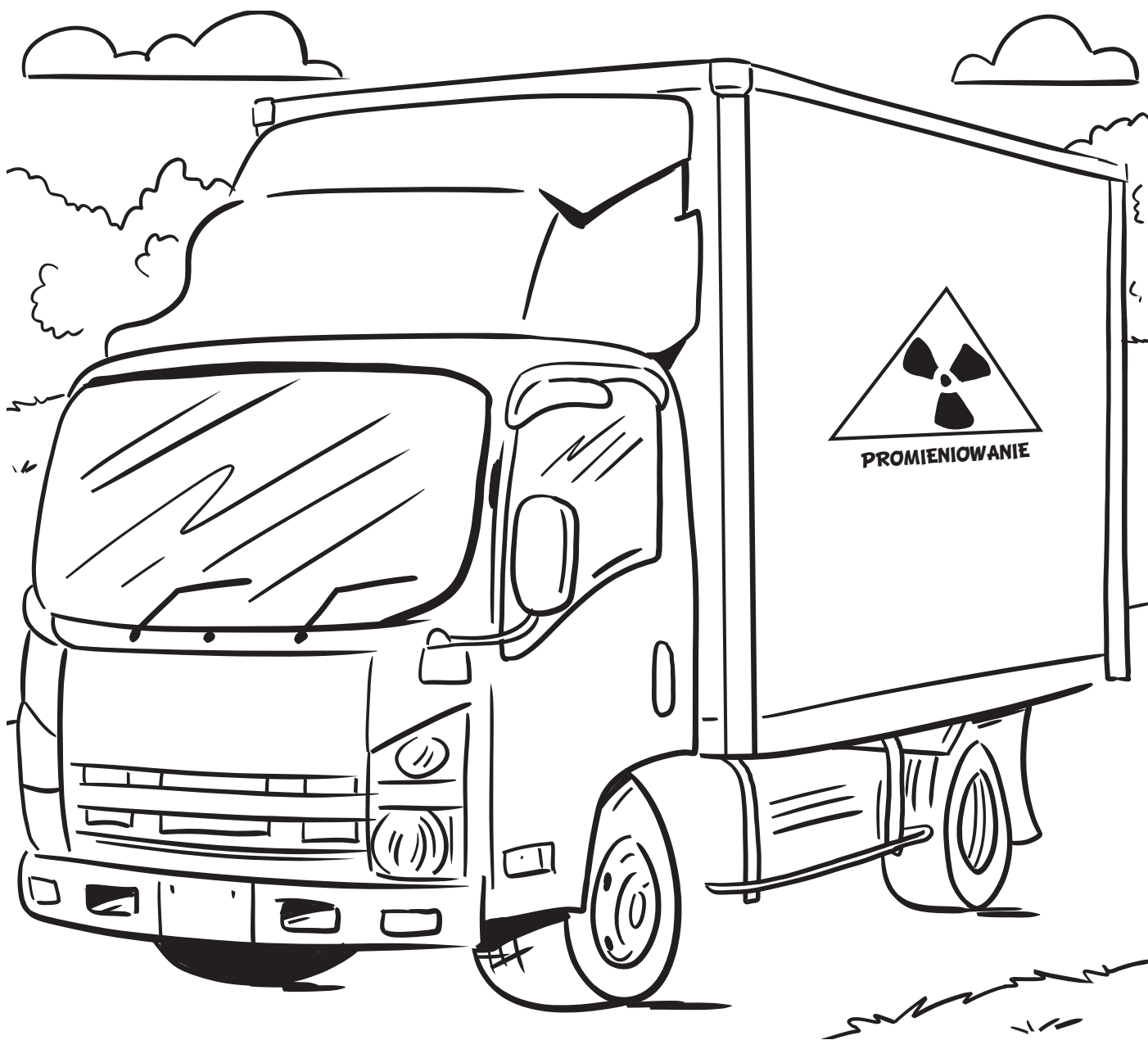
Odpady promieniotwórcze są przechowywane i transportowane w metalowych bębnach.



Odpady promieniotwórcze, tzw. **nisko- i średnioaktywne**, czyli takie, które nie emitują dużych ilości promieniowania jonizującego, po odpowiednim przetworzeniu, mogą być transportowane i przechowywane w **metalowych pojemnikach**. Takie **metalowe hoboki** czy **bębny** są zabezpieczone przed korozją i zamykane pokrywą. Dzięki temu zapewniają również bezpieczny transport i składowanie odpadów.



Odpady promieniotwórcze transportowane są odpowiednio oznakowanymi pojazdami.



Odpady promieniotwórcze przewozi się specjalnie **oznakowanymi pojazdami**. Pojemniki z odpadami muszą być odpowiednio oznakowane. Zarówno samochód, jak i pojemniki muszą spełniać międzynarodowe warunki bezpieczeństwa przewidziane w Prawie atomowym. Międzynarodowym symbolem informującym o przewożeniu materiałów promieniotwórczych jest znak z „koniczynką” **czerwoną lub czarną na żółtym lub białym tle**.



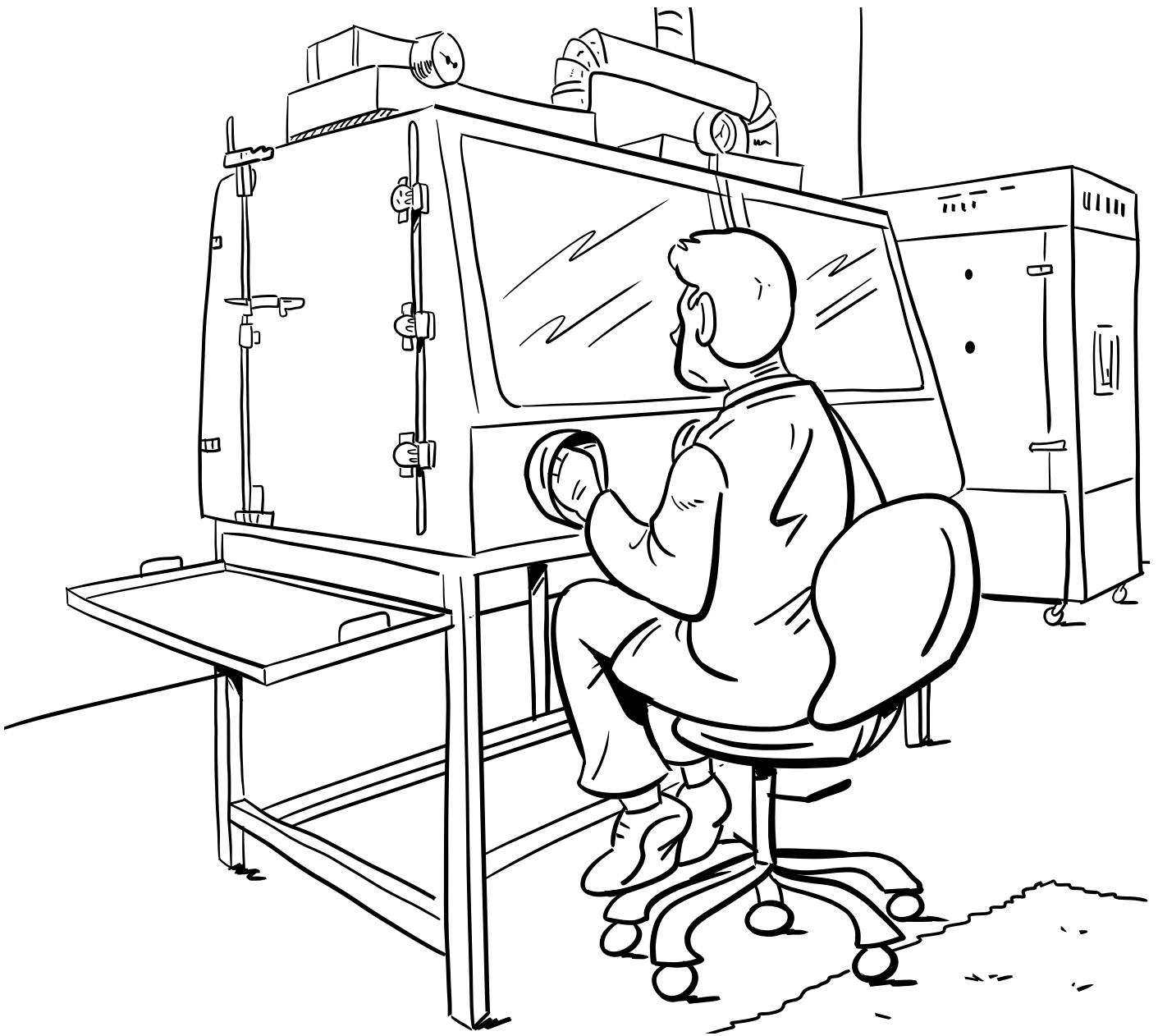
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Otwocku.



Unieszkodliwianiem odpadów promieniotwórczych w Polsce zajmuje się Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, zlokalizowany w Otwocku. ZUOP już ponad pół wieku odbiera i przetwarza odpady od wszystkich wytwórców w naszym kraju. Możemy być pewni, że osoby pracujące w ZUOP są fachowcami w swojej dziedzinie.



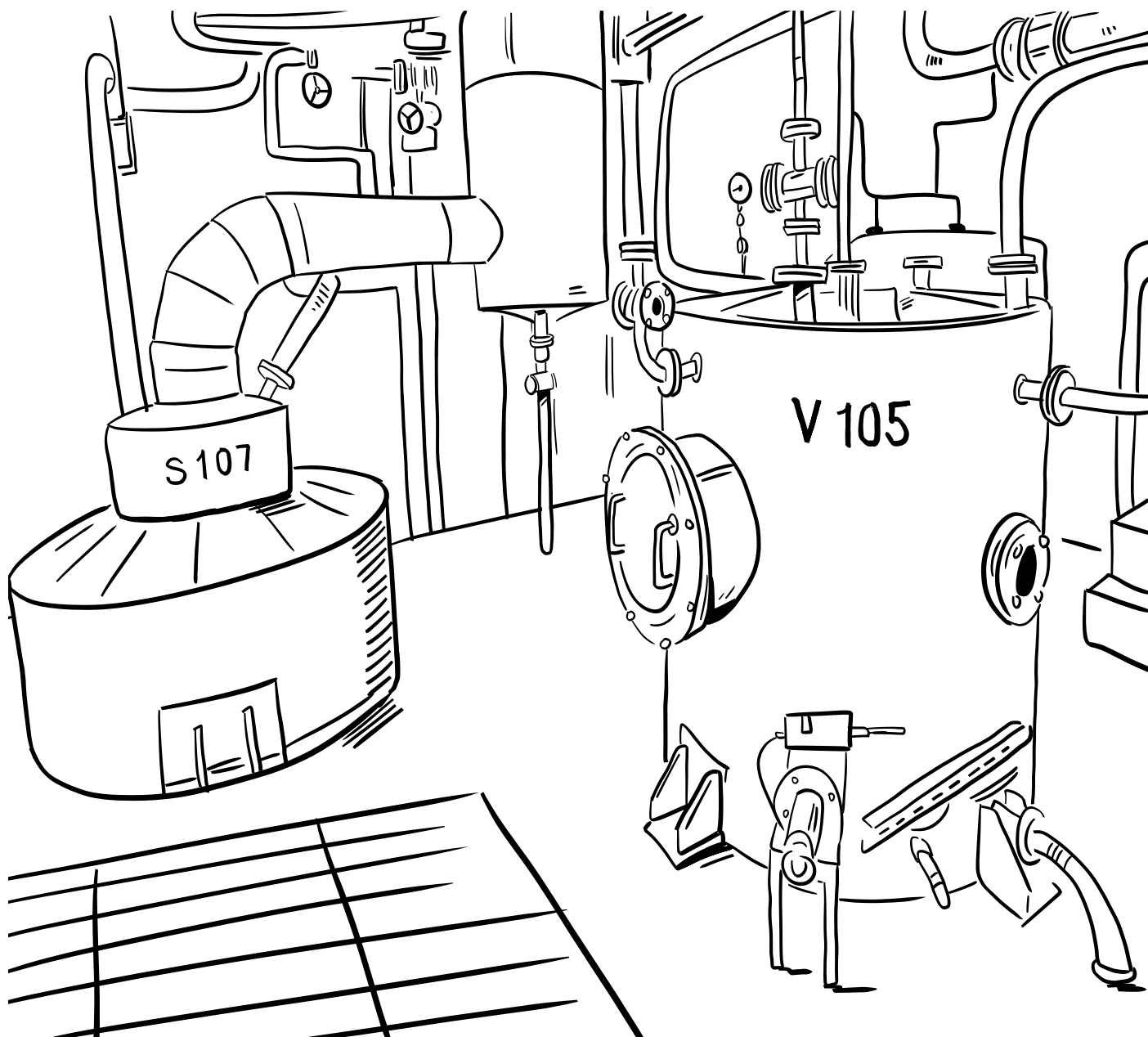
Odpady promieniotwórcze przygotowywane są bezpiecznie do składowania.



Odpady, które trafiają do Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych są bezpiecznie przygotowywane do składowania. Poddanie człowieka działaniu dużej ilości promieniowania jonizującego może być niebezpieczne dla zdrowia. Dlatego pracownicy korzystają z wielu urządzeń i osłon, które chronią ich przed promieniowaniem. Wykorzystuje się na przykład specjalne **komory o kształcie dużej szafy**, które przeznaczone są do manipulowania materiałami promieniotwórczymi.



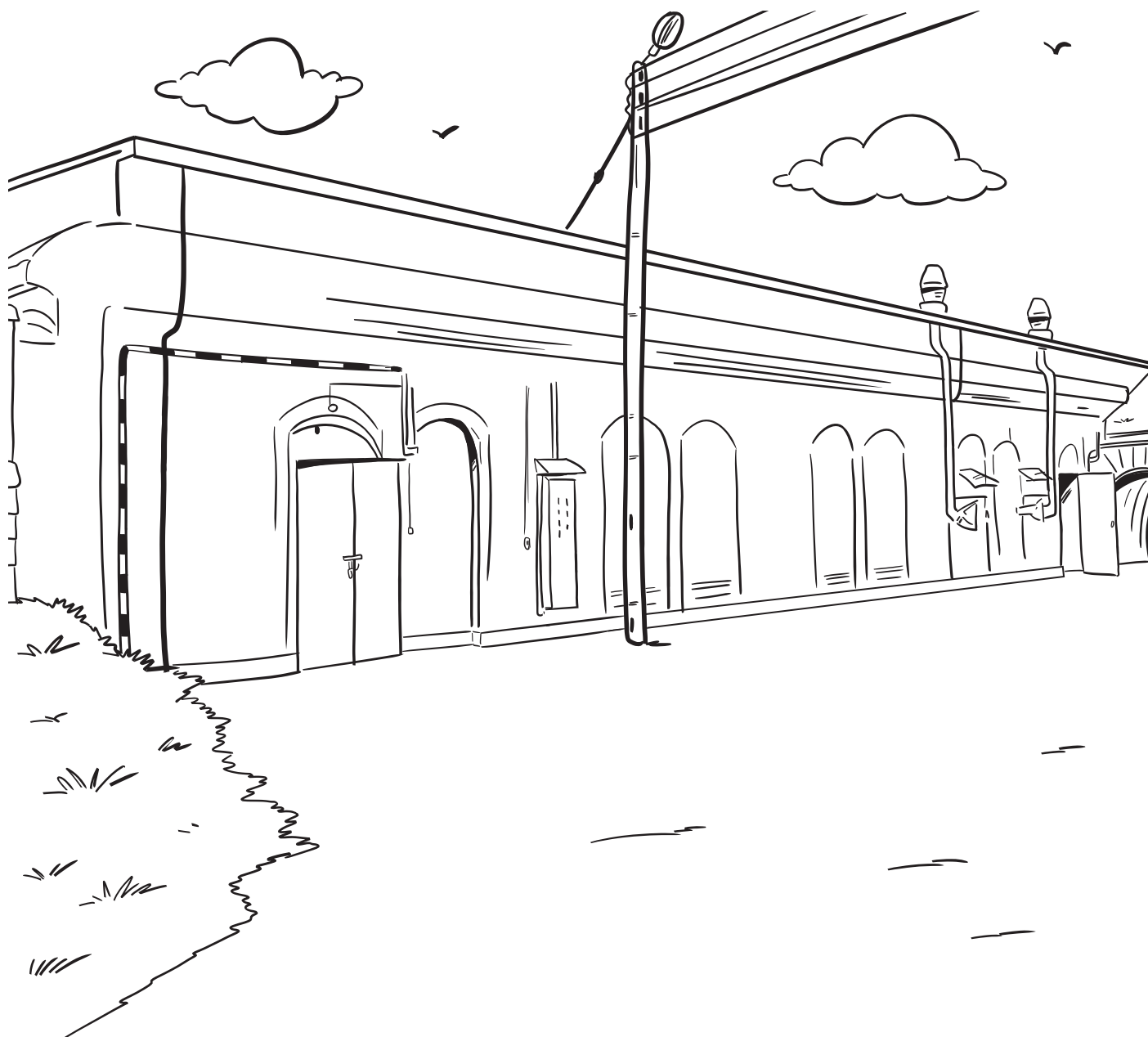
Odpady promieniotwórcze przygotowuje się do bezpiecznego składowania.



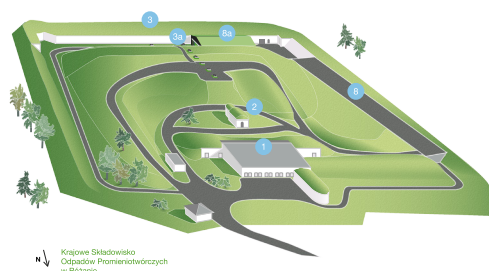
Odpady promieniotwórcze **przetwarza się**, aby uzyskać formę pozwalającą na bezpieczne składowanie. **Odpady stałe i ciekłe**, które trafiają do ZUOP, poddawane są procesom fizycznym i chemicznym. Dzięki temu zmniejszamy ich objętość. Następnie tak przygotowane odpady podlegają **zestalaniu** i trafiają do odpowiednich pojemników.



Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie.

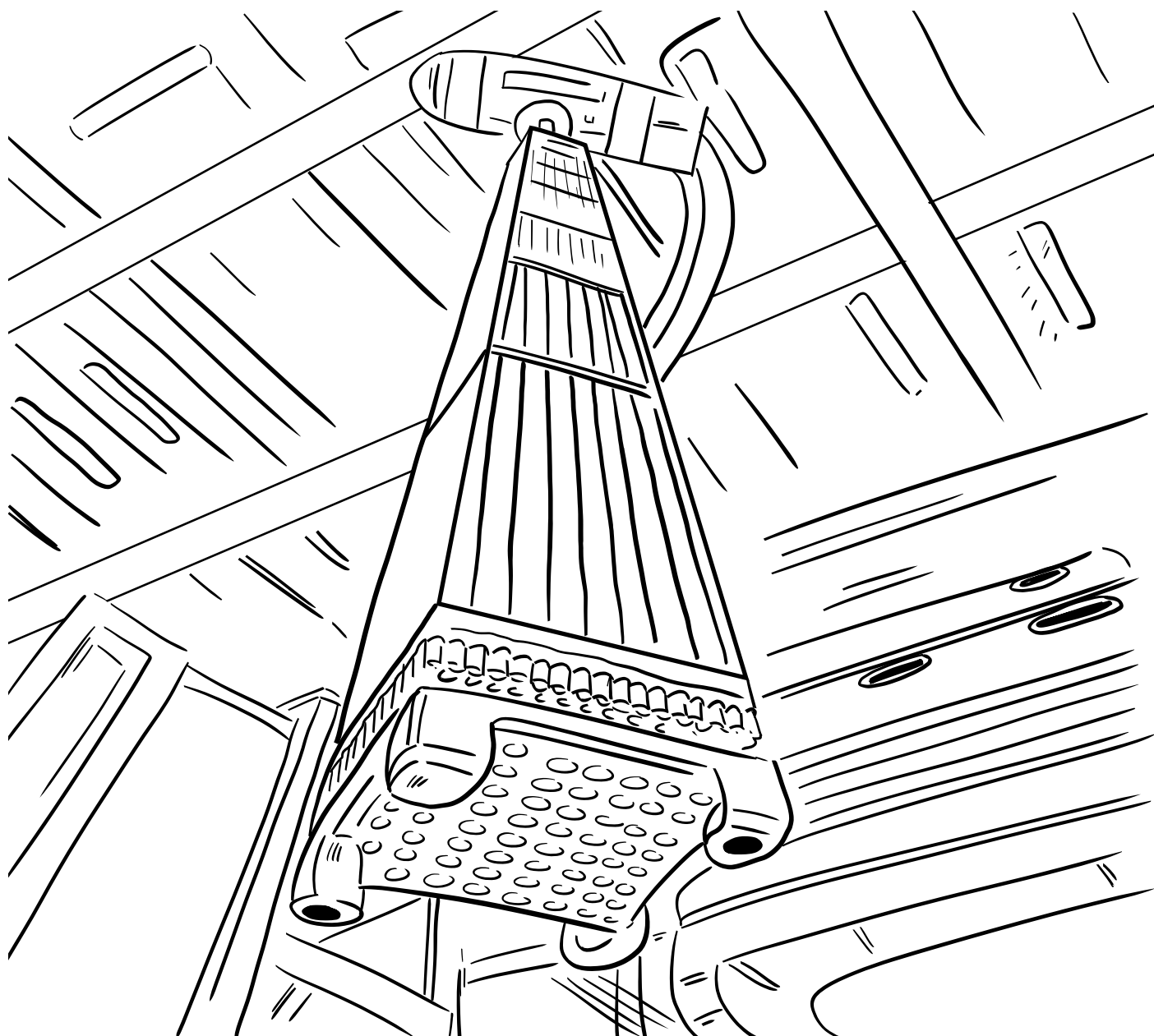


Nisko- i średnioaktywne odpady promieniotwórcze składowane są w **Krajowym Składowisku Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie**. Składowisko powstało na terenie fortepu wojskowego z początków dwudziestego wieku. Miejscem składowania odpadów jest przygotowana do tego celu sucha fosa. ZUOP umożliwia zwiedzanie terenu składowiska przez zorganizowane grupy. Zapraszamy, przekonaj się, że odpady są bezpiecznie składowane.



Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie

Zużyte paliwo z elektrowni jądrowej jest odpadem promieniotwórczym.

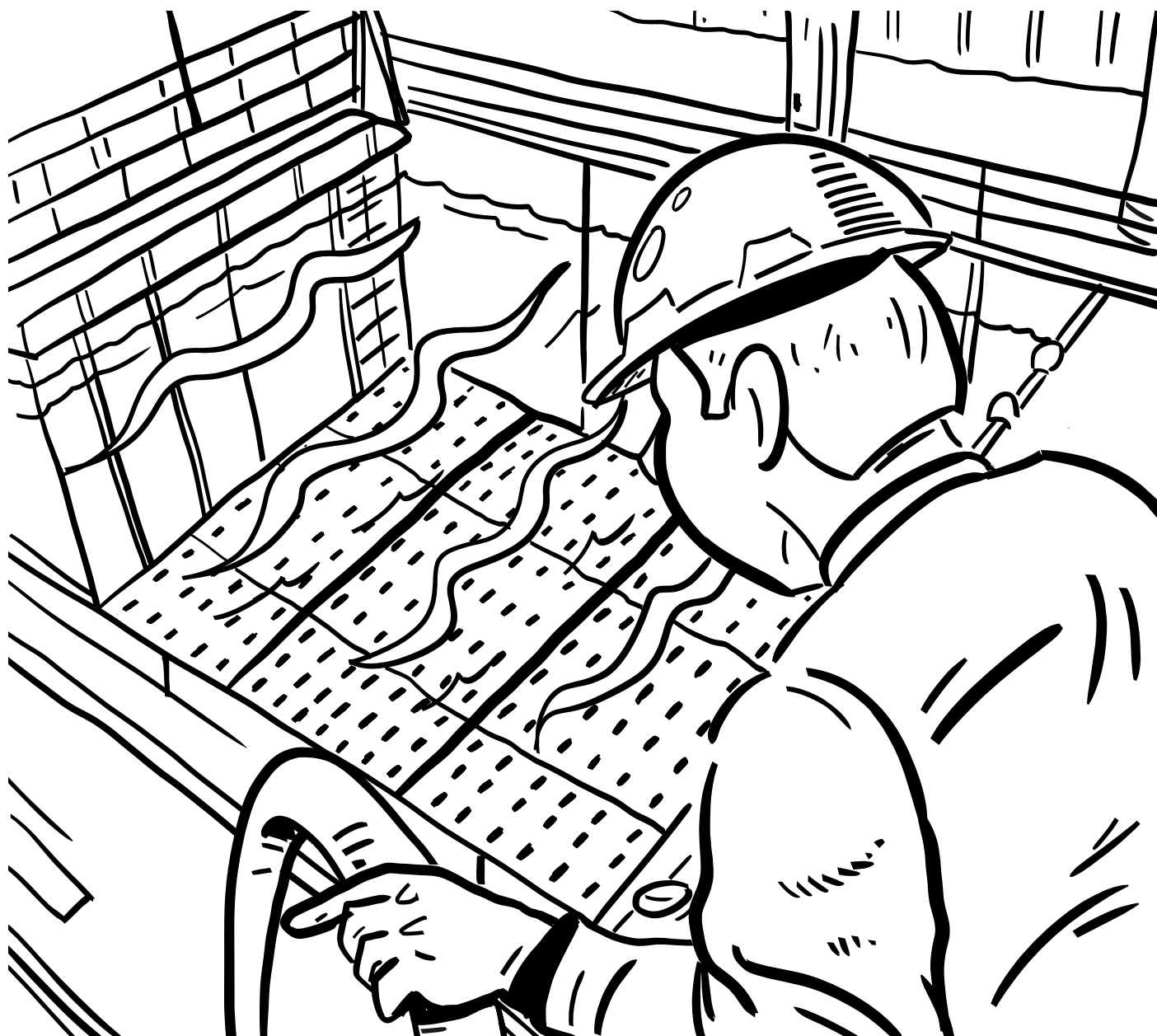


W typowej elektrowni jądrowej paliwo ma postać **kaszt**, zbudowanych z **prętów**, w których umieszczone są **uranowe pastylki**. Raz na dwa lata, około jedną trzecią kaszt paliwowych w **reaktorze** zastępuje się nowymi. Paliwo, które jest usuwane z reaktora nazywamy **zużyтым** lub potocznie **wypalonym paliwem jądrowym**.

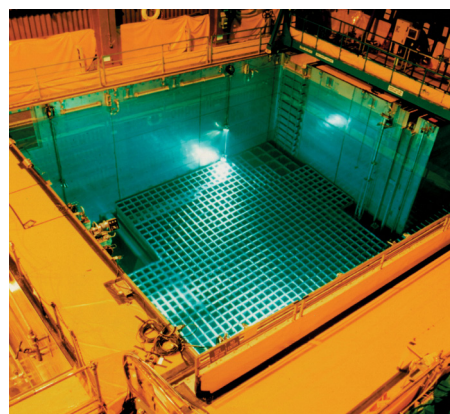
Wypalone paliwo jest **wysokoaktywnym odpadem promieniotwórczym**, tzn. emituje duże ilości promieniowania jonizującego. Chociaż kasety paliwowe bezpośrednio po wyjęciu z reaktora są niebezpieczne dla człowieka, umiemy je odpowiednio zabezpieczyć i unieszkodliwić.



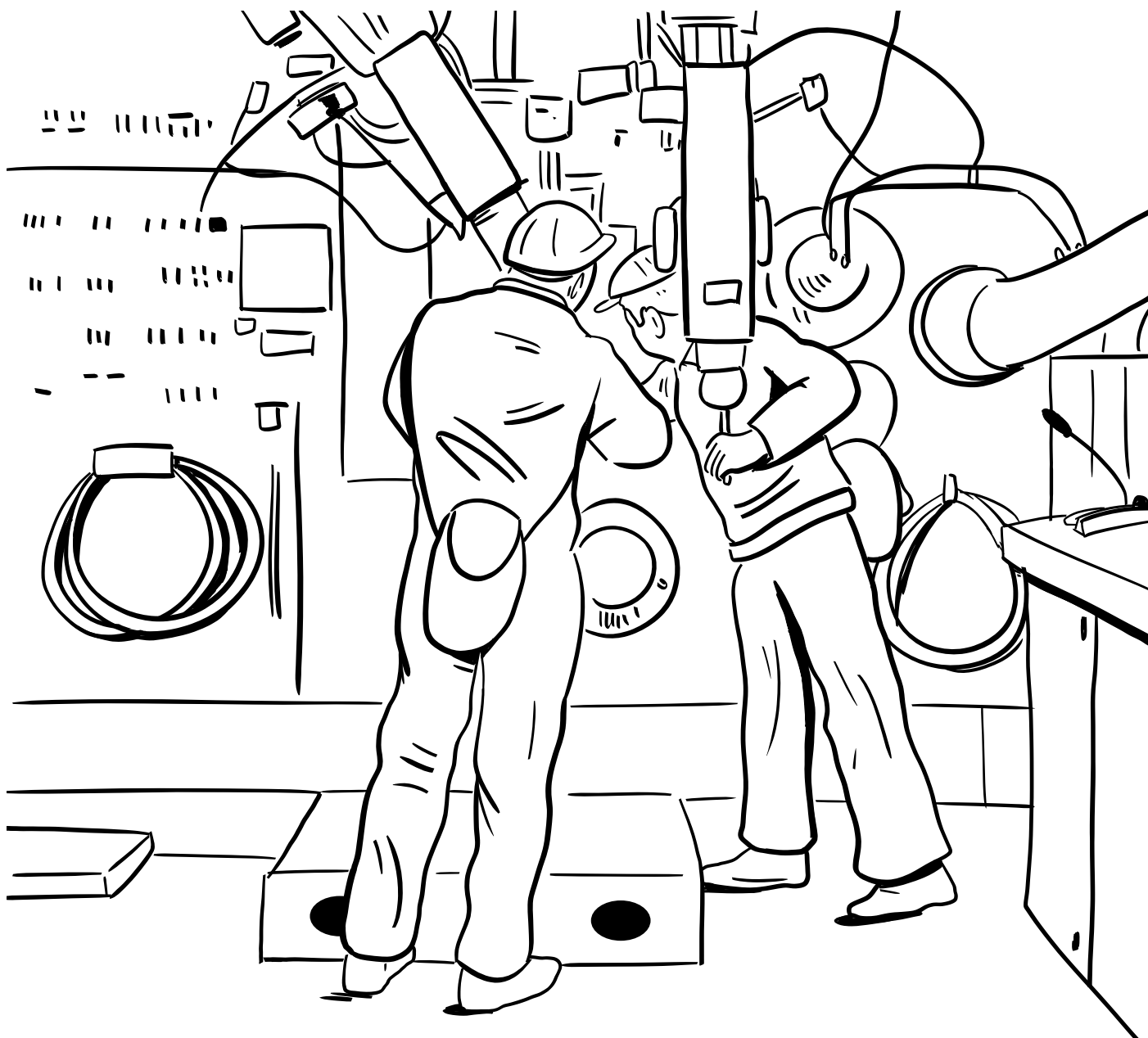
Zużyte paliwo jądrowe przechowywane jest na początku w specjalnych basenach.



Wypalone paliwo jądrowe tuż po wyjęciu z reaktora emituje duże ilości promieniowania jonizującego. Dlatego od razu przenoszone jest do specjalnego basenu, znajdującego się obok reaktora. Woda w basenie schładza paliwo i jednocześnie stanowi osłonę przed promieniowaniem. Podczas przechowywania wypalonego paliwa staje się ono mniej promieniotwórcze i dopiero po pewnym czasie może być wyjęte z basenu.



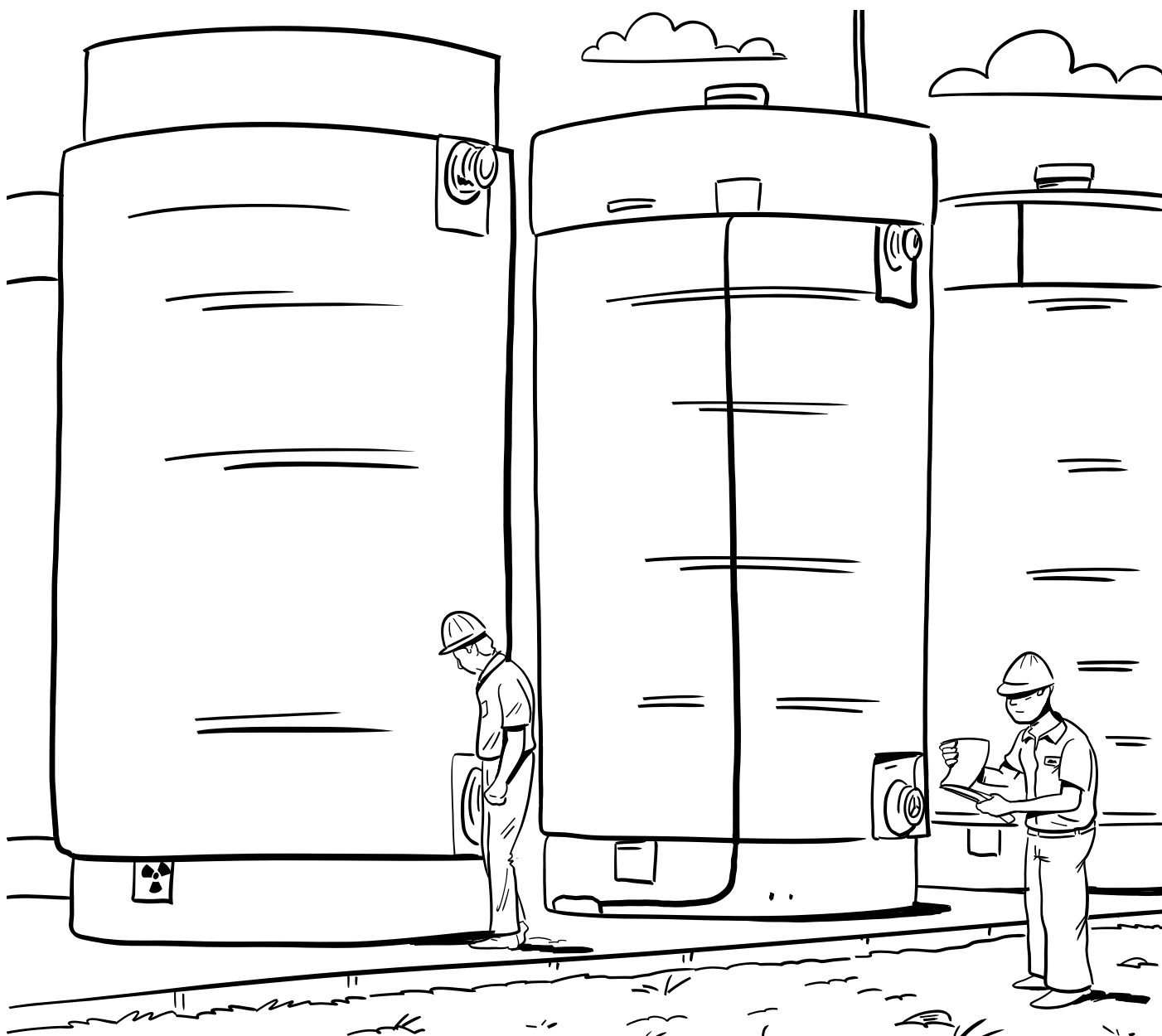
Paliwo z elektrowni jądrowej może zostać poddane recyklingowi.



Zużyte paliwo jądrowe może być poddane **recyklingowi** i ponownie wykorzystywane w reaktorze. Proces ten nazywamy **przerobem wypalonego paliwa**. Paliwo wyjmujemy się z reaktora, kiedy po pewnym czasie pracy elektrowni nie zawiera już wystarczającej ilości rozszczepialnego **uranu**. Jednak wciąż tego uranu jest na tyle dużo i może być on ponownie wykorzystany. Wypalone paliwo zawiera również **pluton**, który także jest bardzo dobrym paliwem do reaktora jądrowego. Dlatego w specjalnych fabrykach dokonuje się przerobu zużytego paliwa i tworzy się nowe, świeże, zawierające zarówno uran i pluton. Tak przygotowane paliwo trafia ponownie do elektrowni.



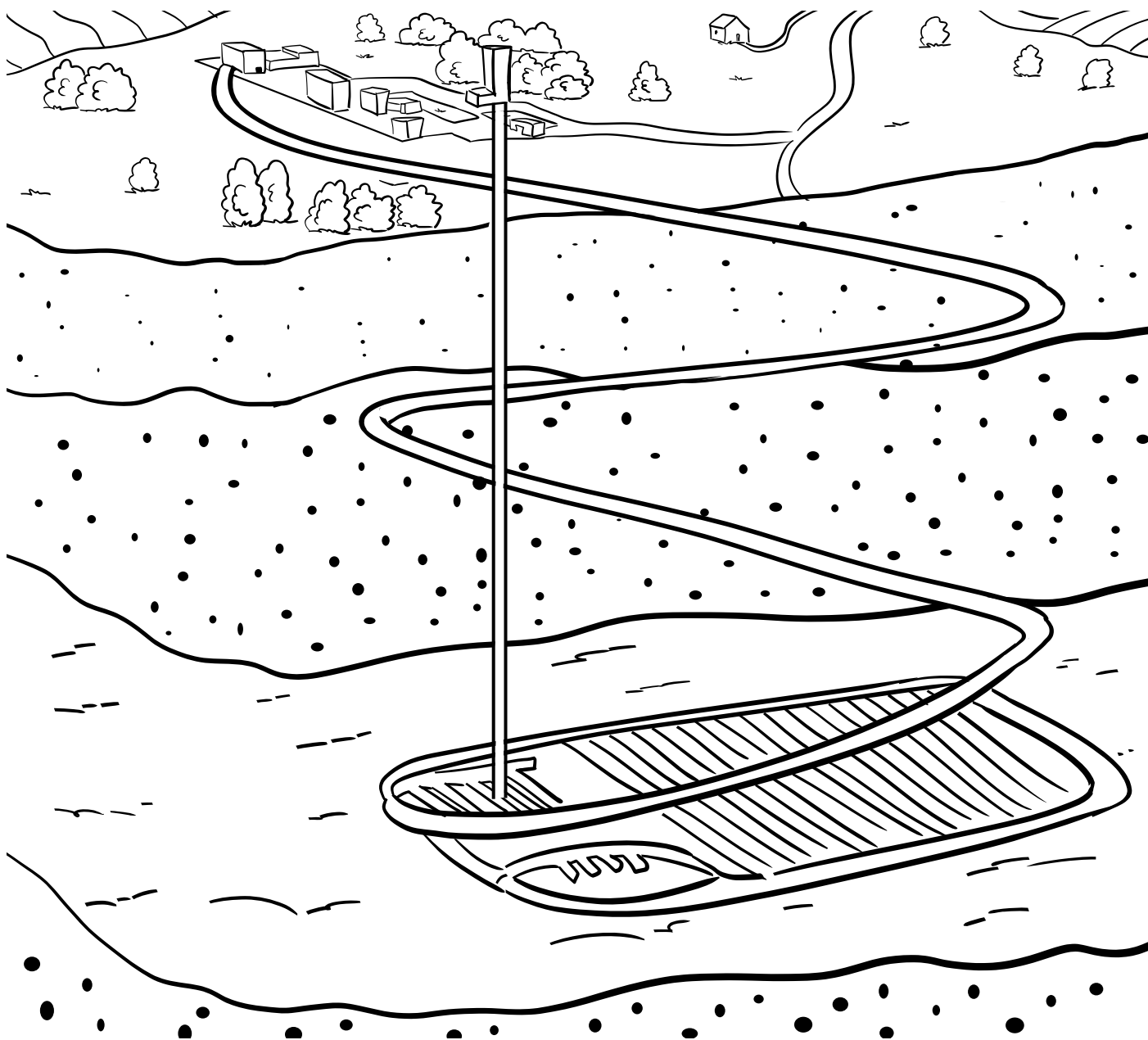
Zużyte paliwo jądrowe może być bezpiecznie przechowywane w suchych przechowalnikach.



Zużyte paliwo jądrowe, które zostało schłodzone w basenie przechowawczym, może być następnie przechowywane nawet przez kilkadziesiąt lat w specjalnych **suchych przechowalnikach**. Mają one cylindryczny kształt i wykonane są ze specjalnego betonu, zapewniającego całkowitą ochronę przed promieniowaniem jonizującym, które wciąż emitowane jest przez paliwo.



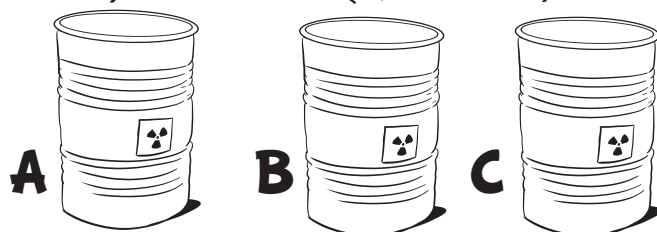
Zużyte paliwo jądrowe może być bezpiecznie składowane głęboko pod ziemią.



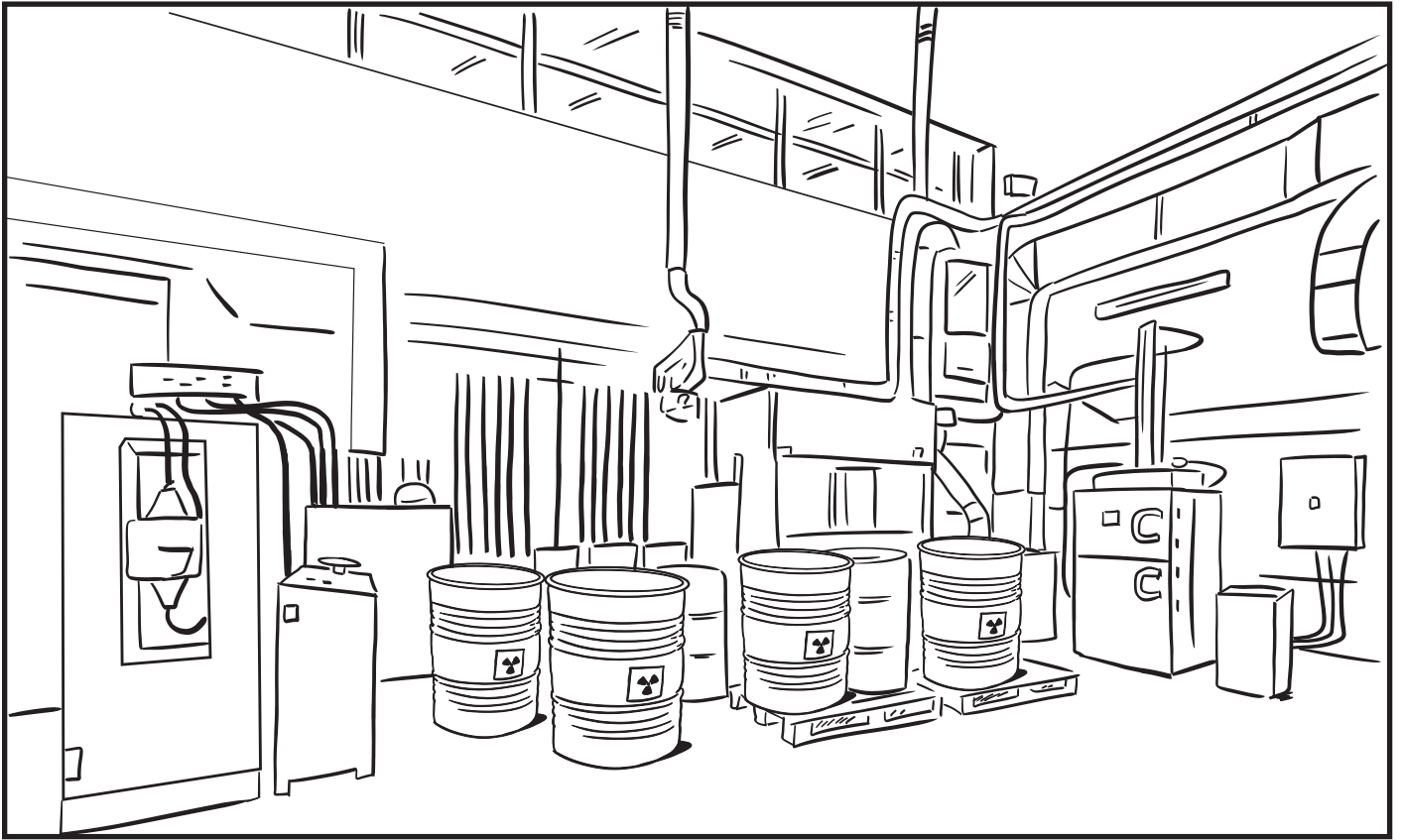
Wypalone paliwo jądrowe, nieprzerobione lub poddane wcześniej recyklingowi, trafi ostatecznie do **składowiska geologicznego znajdującego się głęboko pod ziemią**. Na świecie wytypowano kilka miejsc, które spełniają wymogi bezpieczeństwa. Są to na przykład dawne kopalnie soli czy skały granitowe. Przede wszystkim są to miejsca, do których nie dociera woda. Dzięki temu mamy pewność, że substancje promieniotwórcze nie wydostaną się do środowiska.

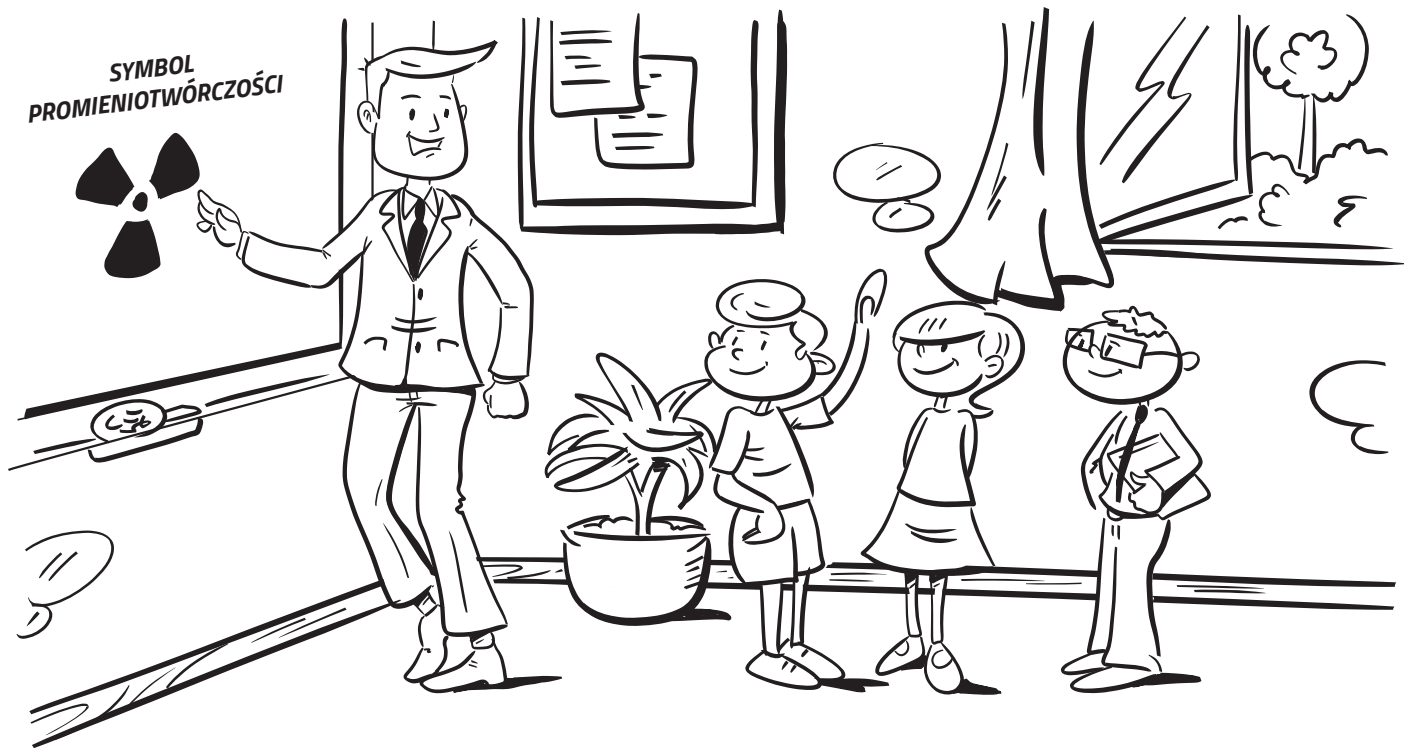


Tylko jedna droga prowadzi do składowiska odpadów promieniotwórczych.
Znajdź tę prawidłową.



Odnajdź osiem różnic pomiędzy obrazkami.





Znajdź i zakreśl na diagramie słowa, które wystąpiły w książeczce.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| o | e | c | o | l | ó | w | r | a | w |
| k | o | d | p | a | d | y | a | g | r |
| l | a | t | n | i | o | m | d | t | p |
| a | r | p | j | e | a | b | i | c | o |
| d | z | o | p | l | u | t | o | n | j |
| o | k | j | t | b | a | u | g | o | e |
| w | r | e | a | k | t | o | r | k | m |
| i | c | m | d | z | o | m | a | p | n |
| o | h | n | l | e | m | a | l | u | i |
| k | e | i | d | a | r | m | i | b | k |
| o | p | k | r | k | u | r | a | n | a |



Za całokształt postępowania z odpadami promieniotwórczymi w Polsce odpowiada Przedsiębiorstwo Państwowe Użyteczności Publicznej – Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP), które zostało utworzone na mocy Prawa atomowego w dniu 01 stycznia 2002. ZUOP, zgodnie z zapisami Prawa atomowego, jest powołany do wykonywania działalności w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, a przede wszystkim do zapewnienia stałej możliwości składowania odpadów promieniotwórczych.

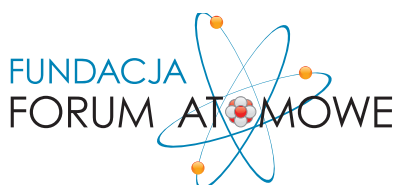
W zakresie działalności ZUOP jest odbiór, transport, przechowywanie i składowanie materiałów jądrowych, źródeł promieniotwórczych oraz innych substancji promieniotwórczych. ZUOP ma siedzibę w Otwocku przy ulicy Andrzeja Sołtana 7, posiada także oddział zamiejscowy

w Różanie przy ulicy Przemysłowej 10 (Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych).

Nadzór nad ZUOP sprawuje Minister Energii.

Historia postępowania z odpadami promieniotwórczymi w Polsce zaczyna się wraz z uruchomieniem badawczego reaktora jądrowego Ewa w roku 1958. W roku 1960 w ramach organizacyjnych Instytutu Badań Jądrowych powstaje Centrala Odpadów Promieniotwórczych, a następnie po wielu przekształceniach organizacyjnych Zakład Doświadczalny Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych. ZUOP jest bezpośrednim spadkobiercą tych wieloletnich doświadczeń i wiedzy.

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych
www.zuop.pl



Fundacja FORUM ATOMOWE powstała z myślą o szeroko pojętej działalności informacyjnej i edukacyjnej w dziedzinie pokojowego wykorzystania energii atomowej, promocji fizyki i nauk pokrewnych, a także idei budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej.

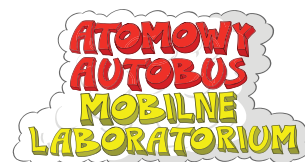
Fundację FORUM ATOMOWE stanowi zespół młodych, aktywnych i ambitnych ludzi, specjalistów w swoich dziedzinach, m.in. w fizyce jądrowej, ochronie radiologicznej, energetyce.

Fundacja realizuje kilka ciekawych i wartościowych projektów - największy - „Atomowy Autobus - Mobilne Laboratorium”, a także „Spotkania z Energią Atomową”,

„Szkolna Radiologiczna Mapa Polski”, magazyn „Forum Atomowe”, portal popularnonaukowy energijadrowa.pl oraz platforma e-learningowa Nukleo.pl.

Wolontariusze Fundacji trwają w przekonaniu, że tylko poprzez rzetelną, wszechstronną informację i edukację oraz szeroki bezpośredni udział społeczeństwa w debatach publicznych można uzyskać pełne poparcie dla budowy elektrowni jądrowej w Polsce oraz w innych krajach, które podejmują podobne wyzwanie.

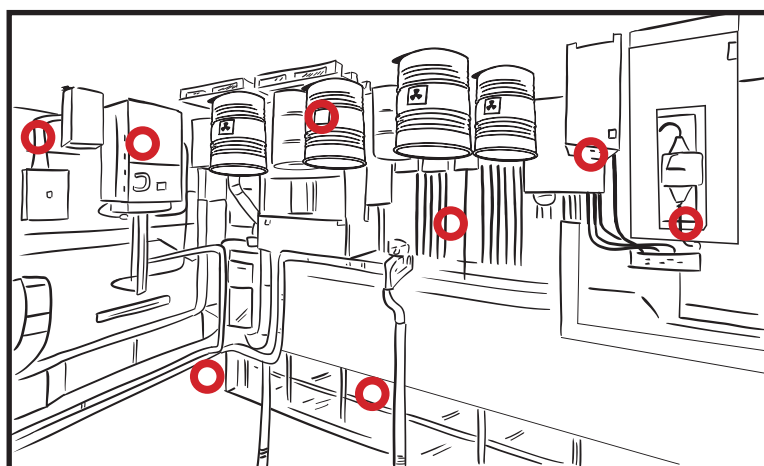
Fundacja FORUM ATOMOWE
www.forumatomowe.org
fundacja@forumatomowe.org



Jestem fanką Marii Skłodowskiej-Curie, polskiej uczonj, laureatki Nagrody Nobla z chemii i fizyki, która powiedziała kiedyś, że niczego w życiu nie należy się bać, należy to tylko zrozumieć. Promieniowanie jonizujące było, jest i będzie z nami zawsze. Dzięki wynikom wielu naukowców przez ostatnie sto lat nauczyliśmy się bezpiecznie je wykorzystywać w wielu dziedzinach życia, w medycynie, przemyśle, nauce i technice.



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | n | a | r | u | k | r | k | l | o |
| k | b | i | m | r | a | p | i | e | k |
| i | n | ł | a | m | ł | u | h | c | |
| u | ł | a | m | o | z | p | w | c | i |
| w | k | r | o | t | a | e | r | w | |
| e | o | g | u | a | b | t | ł | k | o |
| ł | u | o | t | u | ł | o | z | p | |
| o | c | i | b | a | e | ł | ł | r | a |
| ł | t | p | m | o | i | u | t | a | ł |
| r | g | a | ł | p | a | n | a | k | o |
| w | a | r | o | w | o | t | o | c | e |



Zadanie 1 - droga B
 Zadanie 2 - osiem różnych wskazano na obrazku
 Zadanie 3 - słowa z wykreślanki: atom, odpady, pluton, pojemnik, radiografia, reaktor, składowisko, uran

Rozwiązania

ISBN 978-83-960557-3-6



9 788396 055736

