

TAJEMNICA ZAGUBIONEJ KARTKI

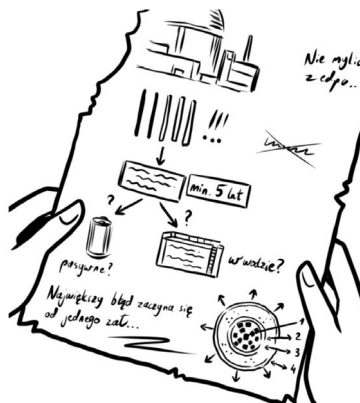


POLSKIE
ELEKTROWNIE
JĄDROWE

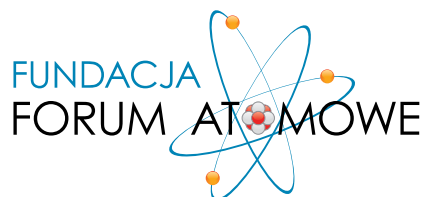
FUNDACJA
FORUM ATOMOWE



TAJEMNICA ZAGUBIONEJ KARTKI



POLSKIE
ELEKTROWNIE
JĄDROWE



Warszawa 2026

Scenariusz i opracowanie merytoryczne: Łukasz Koszuk
Ilustracje: Art of Colours Krzysztof Kałucki

Korekta: Małgorzata Klisińska

Opracowano na zlecenie: Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o. o.

Wydanie I, 2026

Wydawca:

Fundacja FORUM ATOMOWE

ul. Złota 7 lok. 18

00-019 Warszawa

www.forumatomowe.org

fundacja@forumatomowe.org

ISBN: 978-83-960557-9-8

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.

Copyright © 2026 Fundacja FORUM ATOMOWE, Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o. o.

MIASTECZKO KASZTANOWY DWÓR. SZKOŁA SZYMONA I FILIPA ORGANIZUJE DZIEŃ KARIERY. WŚRÓD ZAPROSZONYCH GOŚCI SĄ PRZEDSTAWICIELE LOKALNYCH INSTYTUCJI - W TYM ELEKTROWNI JĄDROWEJ.

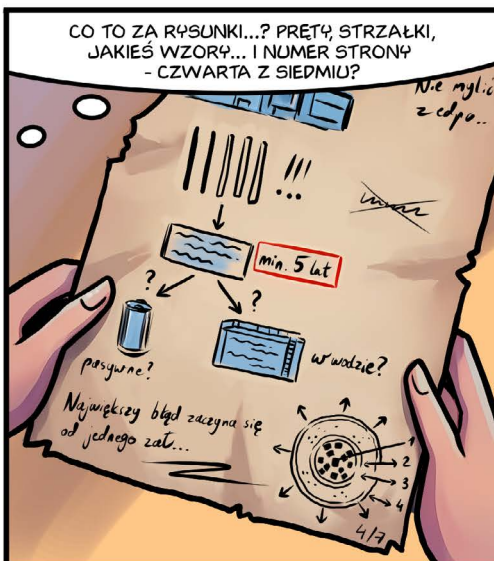


...W NASZEJ ELEKTROWNI NIC NIE DZIEJE SIĘ PRZYPADKIEM - KAŻDY ETAP PRACY JEST DOKŁADNIE ZAPLANOWANY I KONTROLOWANY.

PO SPOTKANIU UCZNIOWIE ROZCHODZĄ SIĘ DO SWOICH KLAS. JULIA, NOWA W SZKOLE, ZOSTAJE, ŻEBY POMÓC POSPRZĄTĄĆ.



HMM? CO TO JEST...?

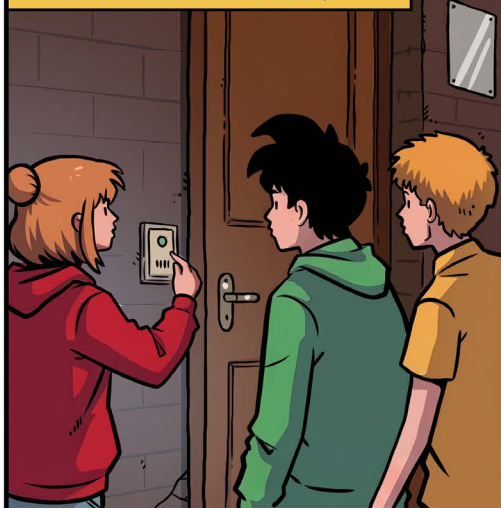


TEN BUDYNEK Z KOPUŁĄ... TO WYGLĄDA JAK ELEKTROWNIA JĄDROWA. CZYJES NOTATKI? ALE DZIWNIE... SKĄD TU SIĘ WZIEŁY?





ALEJA MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE 235.
WIZYTA U PROFESORA PROTONA.



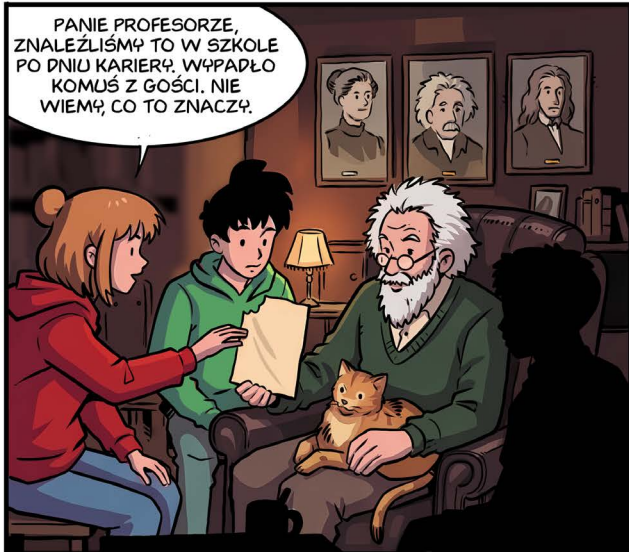
SZYMON! FILIP! KOPE-
LAT! A KIM JEST TA
MŁODA DAMA?

PANIE PROFESORZE, TO
JULIA. NASZA NOWA KOLE-
ZANKA. MAMY SPRAWĘ...



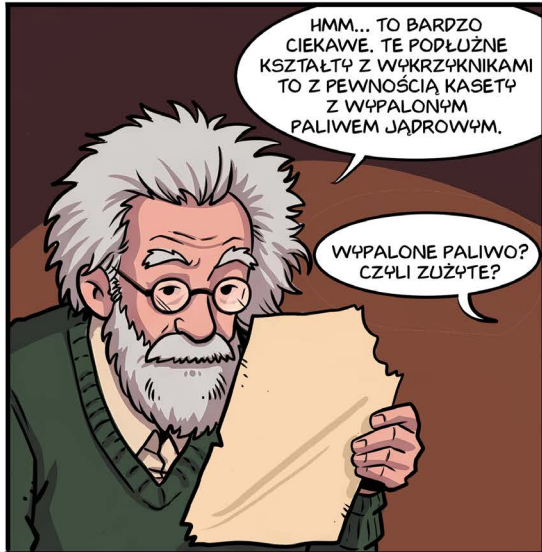
ACH, ZNOWU
PROWADZICIE ŚLEDZTWO?
ZAPRASZAM, ZAPRASZAM!

PANIE PROFESORZE,
ZNALEŻLIŚMY TO W SZKOLE
PO DNIU KARIERY. WYPADŁO
KOMUŚ Z GOŚCI. NIE
WIEMY, CO TO ZNACZY.



HMM... TO BARDZO
CIEKAWY. TE PODŁUŻNE
KSZTAŁTY Z WYKRZYKNIKAMI
TO Z PEWNOŚCIĄ KASETY
Z WYPALONYM
PALIWEM JĄDROWYM.

WYPALONE PALIWO?
CZYLI ZUŻYTE?

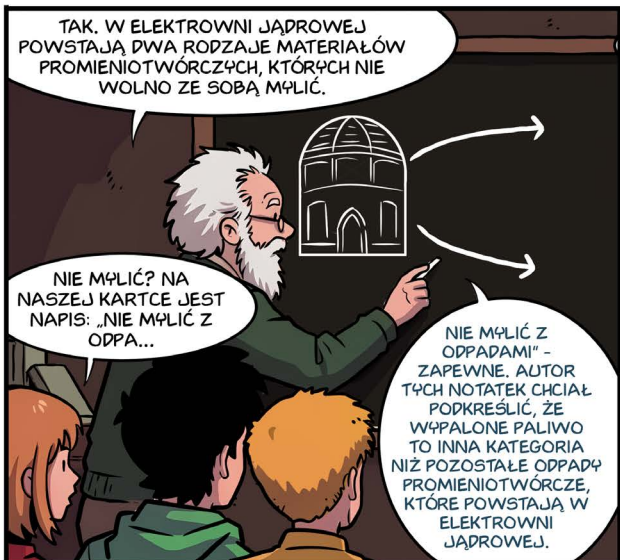


TAK. W ELEKTROWNI JĄDROWEJ
POWSTAJĄ DWA RODZAJE MATERIAŁÓW
PROMIENIOTWÓRCZYCH, KTÓRYCH NIE
WOLNO ZE SOBĄ MYLIĆ.

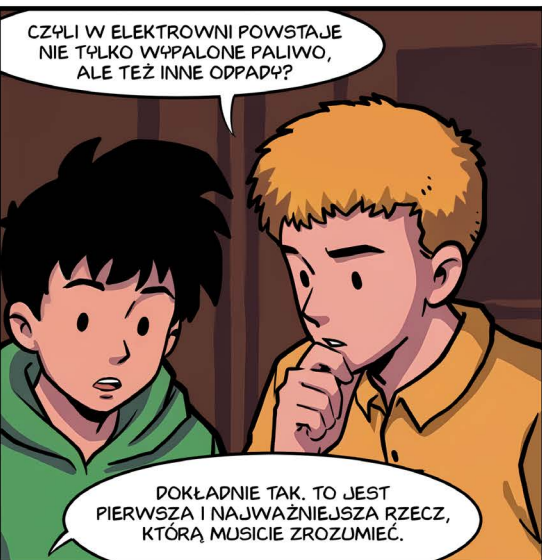


NIE MYLIĆ? NA
NASZEJ KARTCE JEST
NAPIS: „NIE MYLIĆ Z
ODPA...

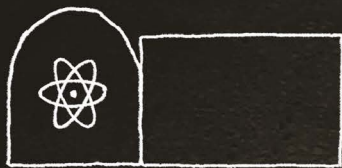
NIE MYLIĆ Z
ODPADAMI! -
ZAPEWNE. AUTOR
TYCH NOTATEK CHCIAŁ
PODKREŚLIĆ, ŻE
WYPALONE PALIWO
TO INNA KATEGORIA
NIŻ POZOSTAŁE ODPADY
PROMIENIOTWÓRCZE,
KTÓRE POWSTAJĄ W
ELEKTROWNI
JĄDROWEJ.



CZYLI W ELEKTROWNI POWSTAJE
NIE TYLKO WYPALONE PALIWO,
ALE TEŻ INNE ODPADY?



POKŁADNIE TAK. TO JEST
PIERWSZA I NAJWAŻNIEJSZA RZECZ,
KTÓRĄ MUSICIE ZROZUMIEĆ.



WYPALONE PALIWO JĄDROWE

KASETY Z PALIWEM URANOWYM, KTÓRE PRZEPRACOWAŁY W REAKTORZE KILKA LAT. W CZASIE PRACY REAKTORA W PALIWIE ZACHODZĄ REAKCJE JĄDROWE, A JEGO SKŁAD STOPNIOWO SIĘ ZMienia. W PALIWIE GROMADZĄ SIĘ PRODUKTY ROZSZCZEPIONIA I INNE SUBSTANCJE PROMIENIOTWÓRCZE, DLATEGO PO WYPJĘCIU Z REAKTORA PALIWO NADAL SILNIE PROMIENUJE I WYDZIELA CIEPŁO. PO KILKU LATACH PRACY MUSI ZOSTAĆ WYMIENIONE, CHOĆ WCIAŻ ZAWIERA ZNACZNĄ IŁOŚĆ MATERIAŁU, KTÓRY W PRZYSZŁOŚCI MOŻE ZOSTAĆ ODZYSKANY. WYPALONE PALIWO TO NAJBARDZIEJ PROMIENIOTWÓRCZY MATERIAŁ W ELEKTROWNI, DLATEGO WYMAGA SZCZEGÓLNYCH METOD POSTĘPOWANIA.

ODPADY PROMIENIOTWÓRCZE EKSPLOATACYJNE

PODZAS PRACY ELEKTROWNI JĄDROWEJ POWSTAJĄ RÓŻNE MATERIAŁY, KTÓRE ULEGAJĄ SKAŻENIU PROMIENIOTWÓRCZEMU. SĄ TO ODPADEK STAŁE - OPIEŁ OCHRONNA, NARZĘDZIA, ZUŻYTE FILTRY POWIETRZA I WODY, WYMIENIONE ELEMENTY INSTALACJI - A TAKŻE ODPADEK POCHODZĄCE Z OCZYSZCZANIA SKAŻONEJ WODY - ZUŻYTE ŻYWICE JONOWYMIENNE (SPECJALNE GRANULATY DO OCZYSZCZANIA WODY), KONCENTRATY Z ODPAROWANIA WODY ORAZ SZLAMY FILTRACYJNE.

ODPADEK EKSPLOATACYJNE I WYPALONE PALIWO JĄDROWE TO DWIE ODREBNE KATEGORIE MATERIAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH POWSTAJĄCYCH W ELEKTROWNI JĄDROWEJ. ŁĄCZY JE TO, ŻE WYMAGAJĄ KONTROLI RADIOLOGICZNEJ. RÓŻNIĄ SIĘ JEDNAK POSTACIĄ, POZIOMEM AKTYWNOŚCI PROMIENIOTWÓRCZEJ, IŁOŚCIĄ WYDZIELANEGO CIEPŁA I SPOSOBEM DAŁSZEGO POSTĘPOWANIA.

DLATEGO NIE MOŻNA MÓWIĆ O NICH TAK SAMO - WYMAGAJĄ INNEGO PODEJŚCIA, INNYCH ZABEZPIECZEŃ I INNYCH METOD POSTĘPOWANIA.

PROFESOR PROTON PODSUMOWUJE:

BO TO NAJBARDZIEJ PROMIENIOTWÓRCZY MATERIAŁ POWSTAJĄCY PODZAS PRACY ELEKTROWNI. ALE - I TO TEŻ BARDZO WAŻNE - JEGO OBJĘTOŚĆ JEST NIEWIELKA W PORÓWNANIU Z INNYMI MATERIAŁAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI POWSTAJĄCYMI W ELEKTROWNI.

A TE TRZY WYKRZYKNIKI PRZY WYPALONYM PALIWIE?

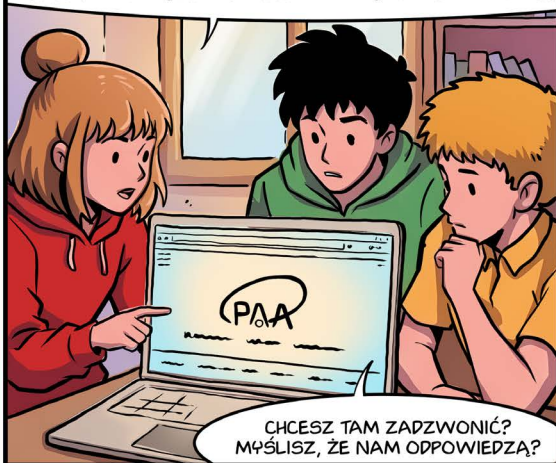
WIDZICIE? RĘKAWICA OCHRONNA I KASETA Z WYPALONYM PALIWEM TO DWIE ZUPEŁNIE RÓŻNE KATEGORIE MATERIAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH. DLATEGO AUTOR TEJ NOTATKI NAPISAŁ: „NIE MYLIĆ Z ODPADEKAMI”. ZAPEWNE MIAŁ NA MYŚLI ODPADEK EKSPLOATACYJNE. WYPALONE PALIWO TO OSOBNĄ KATEGORIĄ ODPADEKÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH, WYMAGAJĄCĄ INNEGO PODEJŚCIA I INNYCH METOD POSTĘPOWANIA.

PANIE PROFESORZE, A PAN NIE WIE, DO KOGO MOGĄ NALEŻEĆ TE NOTATKI? MOŻE PAN ROZPOZNAJE CHARAKTER PISMA?

NIESTETY NIE. TO NIE MOJE PISMO I NIE MÓJ STYL NOTOWANIA. ALE WIDZĘ, ŻE KTOKOLWIEK TO NAPISAŁ, ZNA SIĘ NA RZECZY. TO NOTATKI PRAKTYKA - KOGOŚ, KTO PRACUJE Z TYMI ZAGADNIENIAMI NA CO DZIEŃ.

CZYLI PAN PROFESOR NIE JEST AUTOREM... MUSIMY SZUKAĆ DALEJ.

SKORO PROFESOR POWIEDZIAŁ, ŻE ODPADY KLASYFIKUJE SIĘ, TO POWIEDZMY SIĘ, JAK. NA DNIU KARIERY BYŁ KTOŚ Z PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI - TO ONI NADZORUJĄ BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE W POLSCE.

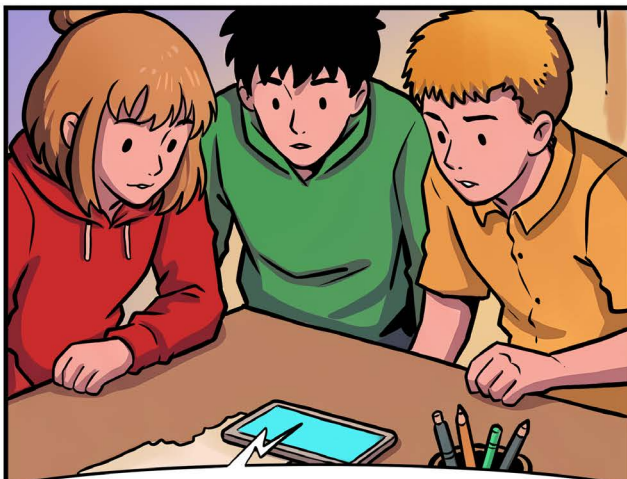


CHCESZ TAM ZADZWONIĆ? MYŚLISZ, ŻE NAM ODPOWIEDZĄ?

DZIEŃ DOBRY! MAM PYTANIE DOTYCZĄCE KLASYFIKACJI ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH Z ELEKTROWNI JĄDROWEJ. CZY MOGŁBY NAM KTOŚ POMÓC? ROBIMY PROJEKT SZKOLNY...



NAPRAWDĘ? BARDZO DZIĘKUJĘ! PRZEŁĄCZAM SIĘ NA TRYB GŁOŚNOMÓWIĄCY, ŻEBY MOI KOLEDZY TEŻ SŁYSZELI.



ODPADY PROMIENIOTWÓRCZE KLASYFIKUJEMY WEDŁUG POZIOMU AKTYWNOŚCI PROMIENIOTWÓRCZEJ. TO JAK SORTOWANIE - KAŻDY RODZAJ WYMAGA INNEGO POSTĘPOWANIA.

MAMY ODPADY NISKOAKTYWNE, ŚREDNIOAKTYWNE I WYSOKOAKTYWNE. W ELEKTROWNI JĄDROWEJ SZCZEGÓLNYM PRZYPADKIEM JEST TAKŻE WYPALONE PALIWO JĄDROWE - JEŚLI JEST PRZEZNACZONE DO SKŁADOWANIA, TRAKTUJE SIĘ JE PODOBIE JAK ODPADY WYSOKOAKTYWNE, ALE OMAWIA SIĘ JE OSOBNO, BO WYMAGA SZCZEGÓLNEGO POSTĘPOWANIA.



A ILE TYCH ODPADÓW WŁAŚCIWIE POWSTAJE W ELEKTROWNI JĄDROWEJ?

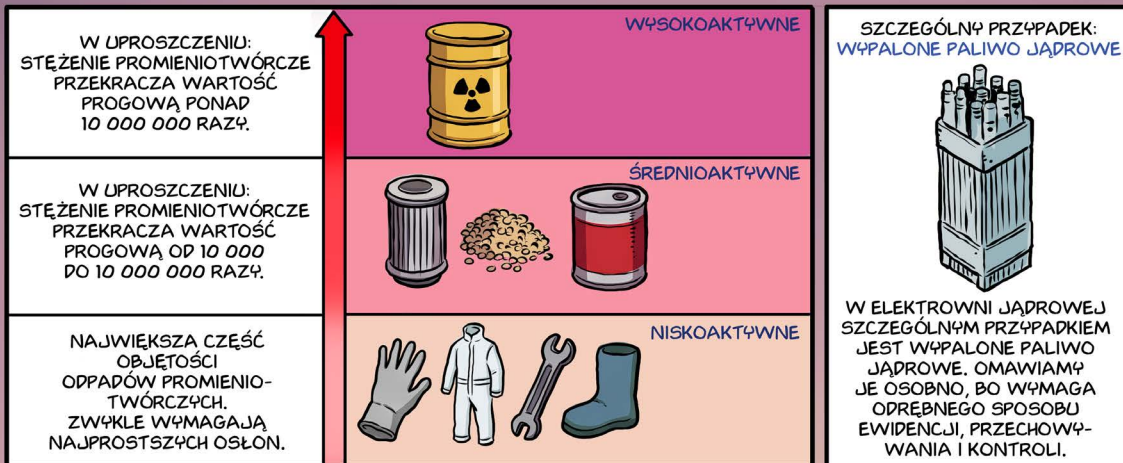
ZNALEŻLIŚMY NOTATKĘ, W KTÓREJ KTOŚ NARYSOWAŁ KASETY PALIWOWE I NAPISAŁ „NIE MYLIĆ Z ODPADAMI”. USTALIŚMY, ŻE ZAPEWNE CHODZI O ODPADY EKSPLOATACYJNE. A CZY MOGŁBY NAM PAN POWIEDZIEĆ... KTO MOGŁBY TAK NOTOWAĆ?



CIĘKAWIE. TO WYGLĄDA NA ROBOCZE NOTATKI KOGOŚ, KTO ZAJMUJE SIĘ ZAWODOWO GOSPODARKĄ ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI. MOŻE INŻYNIER ALBO NAUKOWIEC. BYĆ MOŻE KTOŚ Z ELEKTROWNI JĄDROWEJ ALBO Z ZAKŁADU UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH.

PRZY KLASYFIKACJI ODPADÓW PATRZY SIĘ JEDNAK NIE TYLKO NA SAMĄ AKTYWNOŚĆ, ALE PRZED E WSZYSTKIM NA STĘŻENIE PROMIENIOTWÓRCZE - CZYLI NA TO, JAKA AKTYWNOŚĆ PRZYPADA NA OKREŚLONĄ ILOŚĆ MATERIAŁU. POLSKIE PRAWO PORÓWNUJE TO STĘŻENIE Z WARTOŚCIAMI PROGOWYMI DLA POSZCZEGÓLNYCH IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH. W UPROSZCZENIU: IM WIĘKSZE PRZEKROCZENIE TEGO PROGU, TYM WYŻSZA KATEGORIA ODPADU.

ŻEBY ZROZUMIEĆ KLASYFIKACJĘ ODPADÓW, TRZEBA NAJPIERW WIEDZIEĆ, CZYM JEST AKTYWNOŚĆ PROMIENIOTWÓRCZA. NIEKTÓRE JĄDRA ATOMOWE SĄ NIESTABILNE I SAMORZUTNIE SIĘ ROZPADAJĄ, EMITUJĄC PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE. LICZBĘ TAKICH ROZPADÓW W CIĄGU JEDNEJ SEKUNDY NAZYNAMY AKTYWNOŚCIĄ PROMIENIOTWÓRCZĄ. JEJ JEDNOSTKĄ JEST BEKEREL - 1 BEKEREL OZNACZA 1 ROZPAD NA SEKUNDĘ.



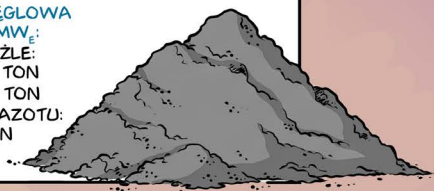
WARTOŚĆ PROGOWA

ILE
ODPADÓW
ROCZNIE?



ELEKTROWNIA JĄDROWA
O MOCY 1000 MW_e
(MEGAWATÓW ELEKTRYCZNYCH):
- WYPALONE PALIWO:
OK. 20-25 TON ROCZNIE
- ODPADY EKSPLOATACYJNE
PO PRZETWORZENIU:
KILKADZIESIAT M³

ELEKTROWNIA WĘGLOWA
O MOCY 1000 MW_e:
- POPIÓŁY I ŻUŻLE:
SETKI TYSIĘCY TON
- CO₂: MILIONY TON
- TLENKI SIARKI I AZOTU:
TYSIĄCE TON



TO WARTOŚCI ORIENTACYJNE - ALE DOBRZE POKAZUJĄ SKALĘ RÓŻNIC.



NIE SPODZIEWAŁEM SIĘ, ŻE PRZY TAKIEJ ILOŚCI PRODUKOWANEJ ENERGII TYCH ODPADÓW JEST OBJĘTOŚCIOWO TAK MAŁO...

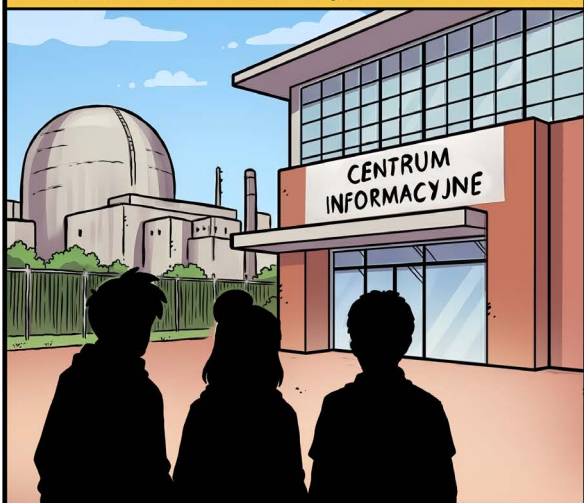
I TERAZ ROZUMIEM DOPISEK Z NASZEJ KARTKI. AUTOR CHCIAŁ PODKREŚLIĆ, ŻE NIE WOLNO MYLIĆ WYPALONEGO PALIWA Z ODPADAMI EKSPLOATACYJNYMI. TO NIE JEST TO SAMO I NIE POSTĘPUJE SIĘ Z NIMI TAK SAMO.

DOKŁADNIE. A PAMIĘTAJCIE - ZGODNIE Z NASZYM PRAWEM TA KLASYFIKACJA ZALEŻY OD TEGO, CO DOKŁADNIE ZNAJDUJE SIĘ W ODPADZIE I JAK BARDZO PRZEKRACZA ODPOWIEDNIE PROGI.

DOBRA, WIEMY JUŻ, JAKIE ODPADY PROMIENIOTWÓRCZE PRODUKOWANE SĄ W ELEKTROWNI JĄDROWEJ I JAK - W UPROSZCZENIU - SĄ KLASYFIKOWANE. TERAZ CZAS NA KOLEJNY TROP. CO TO ZA PROSTOKĄT Z FAŁAMI I DLACZEGO JEST PRZY NIM NAPISANE „MINIMUM 5 LAT”?

MOŻE CENTRUM INFORMACYJNE PRZY ELEKTROWNI? SĄDZĘ, ŻE JEŚLI KTOŚ MA NAM TO WYJAŚNIĆ, TO WŁAŚNIE ONI.

CENTRUM INFORMACYJNE ELEKTROWNI JĄDROWEJ.
NASI BOHATEROWIE ODWIEDZAJĄ JE NIE PO RAZ PIERWSZĄ.



DZIEŃ DOBRY CHŁOPCY! MIŁO WAS ZNÓW
WIDZIEĆ. A TO NOWA KOLEŻANKA?



CENTRUM
INFORMACYJNE

DZIEŃ DOBRY! TAK, TO
JULIA. SŁYSZELIŚMY, ŻE
NIEDAWNO OTWARŁO NOWĄ
CZĘŚĆ WYSTAWY...

Z CAŁĄ PEWNOŚCIĄ...

ZGADZA SIĘ! ZAPRASZAM -
WŁAŚNIE JĄ OTWORZYLIŚMY.
POŚWIECONA JEST ODPADOM
PROMIENIOTWÓRCZYM. MYŚLE,
ŻE WAS ZAINTERESUJE.

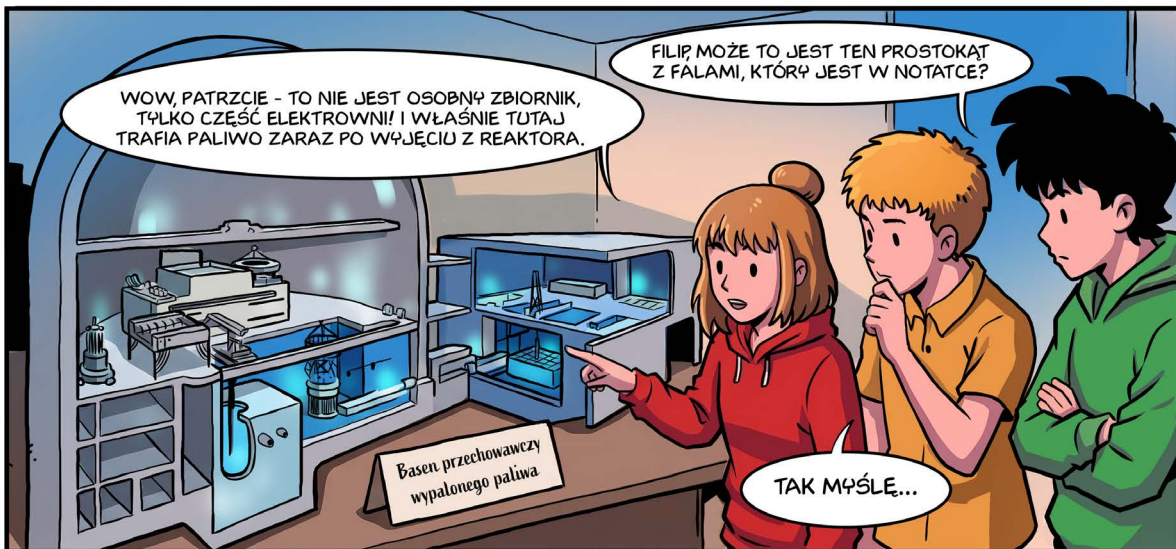


WOW, PATRZCIE - TO NIE JEST OSOBNY ZBIORNIK,
TYLKO CZĘŚĆ ELEKTROWNI! I WŁAŚNIE TUTAJ
TRAFIA PALIWO ZARAZ PO WYJĘCIU Z REAKTORA.

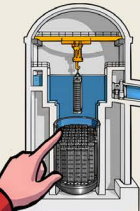
FILIP, MOŻE TO JEST TEN PROSTOKĄT
Z FAŁAMI, KTORÝ JEST W NOTATCE?

Basen przechowawczy
wypalonego paliwa

TAK MYŚLE...



WYPALONE PALIWO JĄDROWE, ZARAZ
PO WYJĘCIU Z RDZENIA REAKTORA, JEST SILNIE
PROMIENIOTWÓRCZE I WYPDZIELA CIEPŁO.
TRAFIA DO BASENU PRZECHOWAWCZEGO...

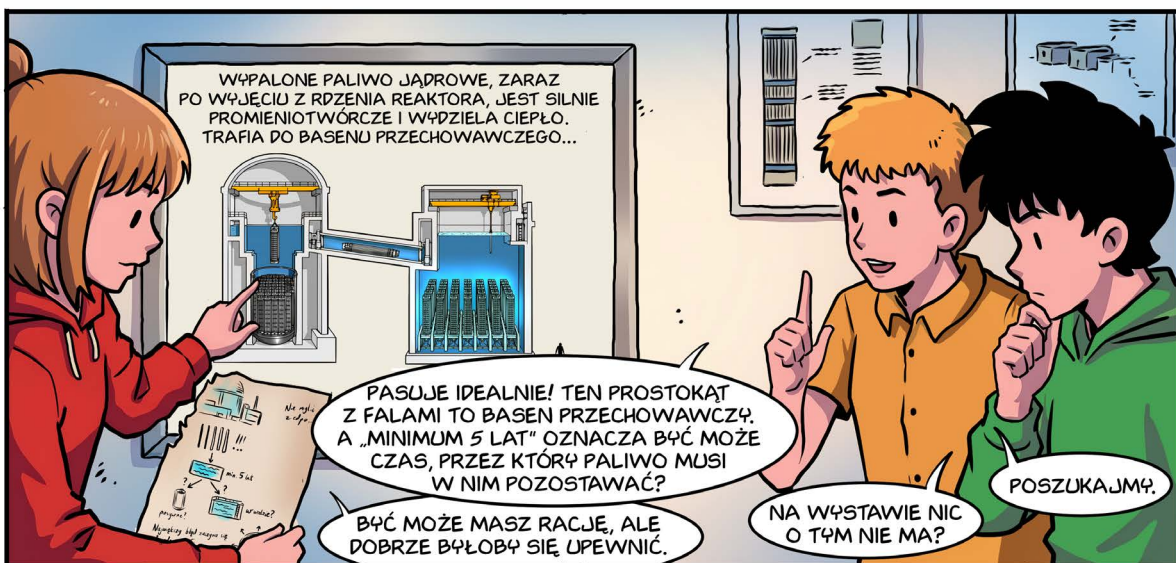


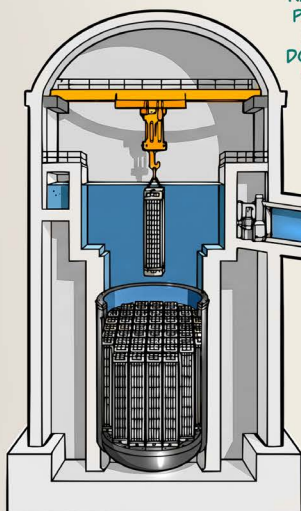
PASUJE IDEALNIE! TEN PROSTOKĄT
Z FAŁAMI TO BASEN PRZECHOWAWCZY.
A „MINIMUM 5 LAT” OZNACZA BYĆ MOŻE
CZAS, PRZEZ KTÓRY PALIWO MUSI
W NIM POZOSTAWAĆ?

BYĆ MOŻE MASZ RACJĘ, ALE
DOBRZE BYŁOBY SIĘ UPEWNIĆ.

NA WYSTAWIE NIC
O TYM NIE MA?

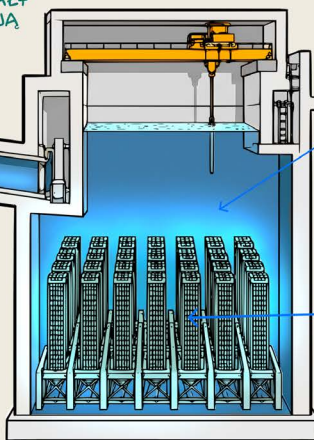
POSZUKAJMY.





KASETY Z WYPALONYM PALIWEM SĄ PRZENO-SZONE Z REAKTORA DO BASENU W OŚLONIE WODY - PRZEZ CAŁY CZAS POZOSTAJĄ POD WODĄ.

BASEN PRZECHOWAWCZY WYPALONEGO PALIWA



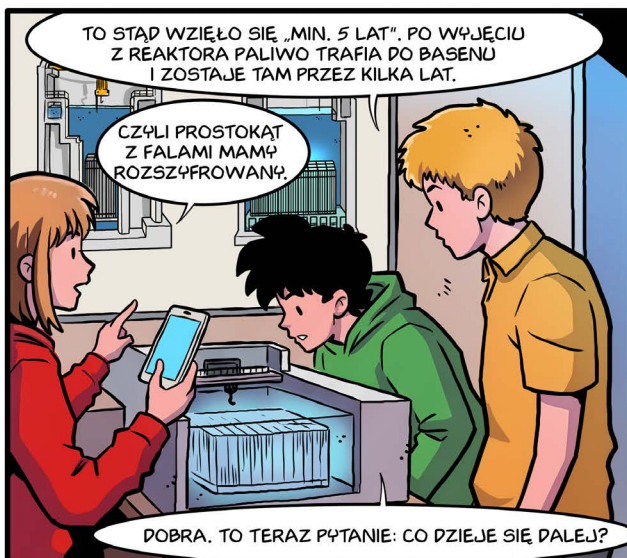
WODA SPEŁNIA PODWÓJNĄ FUNKCJĘ: CHŁODZI WYPALONE PALIWO I OŚLANIA PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM.

NIEBIESKA POŚWIATA TO EFEKT CZERENKOWA - BŁEKITNY BŁASK POWSTAJĄCY WTEDY, GDY CZĄSTKI, NP. ELEKTRONY, PORUSZAJĄ SIĘ W WODZIE SZYBCIEJ NIŻ ŚWIATŁO W TYM OŚRODKU.

WYPALONE PALIWO POZOSTAJE W BASENIE PRZEZ CO NAJMNIEJ KILKA LAT. W TYM CZASIE ILOŚĆ WYDZIELANEGO CIEPŁA I POZIOM EMITOWANEGO PROMIENIOWANIA STOPNIOWO MALEJĄ.

BASEN PRZECHOWAWCZY - PODSTAWOWE FUNKCJE

1. NAD KASETAMI ZNAJDUJE SIĘ KILKA METRÓW WODY, KTÓRA DZIAŁA JAK NATURALNA OŚLONA PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM.
2. KASETY STOJĄ W SPECJALNYCH STOJAKACH, KTÓRE UTRZYMUJĄ JE W ODPWIEDNIM I BEZPIECZNYM ROZSTAWIE, TAK ABY NIE MOGŁO DOJŚĆ DO NIEKONTROLOWANEGO ROZWINIĘCIA REAKCJI ŁAŃCUCHOWEJ ROZSZCZEPIENIA.
3. ŚCIANY I DNO BASENU SĄ BARDZO GRUBE, A OD ŚRODKA POKRYWA JE STALOWA WYKŁADZINA, KTÓRA POMAGA UTRZYMAĆ SZCZELNOŚĆ I CHRONI BETON PRZED KONTAKTEM Z WODĄ.



TO STĄD WZIEŁO SIĘ „MIN. 5 LAT”. PO WYJĘCIU Z REAKTORA PALIWO TRAFIA DO BASENU I ZOSTAJE TAM PRZEZ KILKA LAT.

CZYLI PROSTOKĄT Z FALAMI MAMY ROZSZYFROWANY.

DOBRA. TO TERAZ PYTANIE: CO DZIEJE SIĘ DALEJ?

PRZEPRASZAM, JESZCZE JEDNO PYTANIE. NA DNIU KARIERY W NASZEJ SZKOLE BYŁA MŁODA OSOBA Z ELEKTROWNI - KOBIETA, CIEMNE WŁOSY, KUCYK. WIE PANI, KTO TO MOGŁO BYĆ?

NAPISAŁA DR WIŚNIEWSKA Z POLITECHNIKI. OPISAŁA NA MOJEGO MAILA! MAM JEJ ODPOWIEŹ O TYCH DWÓCH WARIANTACH Z NOTATKI!

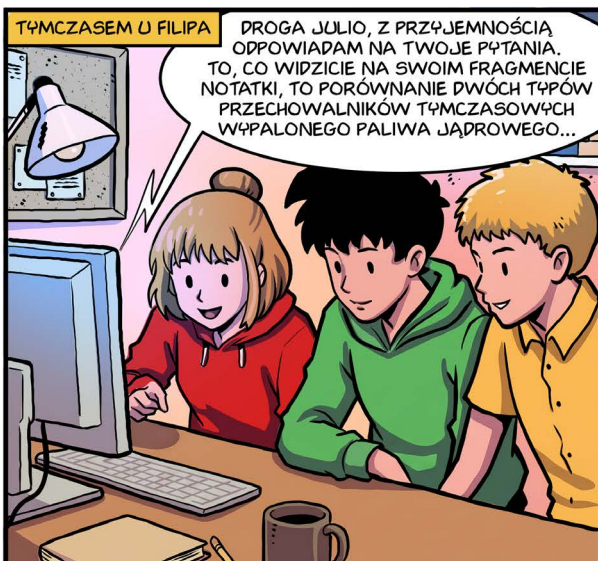


HMM, MAMY KILKA MŁODYCH INŻYNIEREK. MOGĘ SPRAWDZIĆ, KTO CHODZIŁ NA SPOTKANIA SZKOLNE...

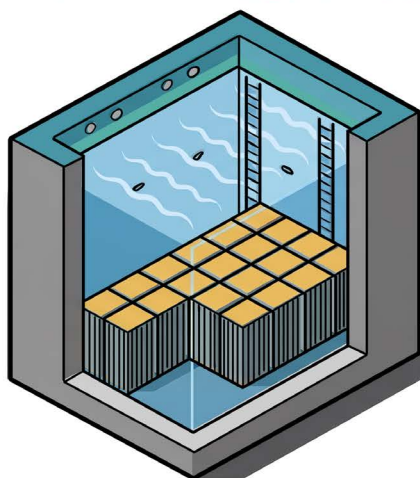


KIEDY ZDAŻYŁAŚ NAPISAĆ DO KOGOŚ Z POLITECHNIKI?!

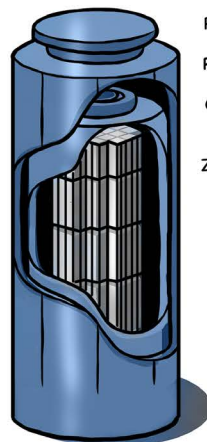
WZCZORAJ WIECZOREM. ZNAŁAZŁAM KONTAKT NA STRONIE KATEDRY INŻYNIERII REAKTOROWEJ. POMYŚLAŁAM, ŻE NAUKOWIEC Z UCZELNI BĘDZIE WIEDZIAŁ, CO OZNACZA „PASYWNE” I „W WODZIE”.



DWA TYPY PRZECHOWALNIKÓW TYMCZASOWYCH WYPALONEGO PALIWA



PALIWO NAPAL PRZECHOWYWANE W WODZIE - W OSOBNEJ INSTALACJI, NIEZALEŻNEJ OD BASENU REAKTOROWEGO. WODA CHŁODZI PALIWO I OŚLANIA PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM. WYMAGA AKTYWNYCH SYSTEMÓW: POMP CYRKULUJĄCYCH WODĘ, ZASILANIA ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ, STAŁEGO NADZORU TECHNICZNEGO.



PALIWO UMIESZCZONE W MASYWNYCH POJEMNIKACH ZE STALI I BETONU. CIEPŁO ODPROWADZANE JEST PASYWNIE - DZIĘKI NATURALNEMU ZJAWISKU KONWEKCYI: CIEPŁE POWIETRZE UNOSI SIĘ KU GÓRZE PRZESZ KANAŁY WENTYLACYJNE, A ZIMNE WPŁYWA OD DOŁU. NIE WYMAGA ZASILANIA ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ, POMP ANI AKTYWNEGO CHŁODZENIA.



CHŁOPCY, JULIA -
POZNAJCIE MOJEGO KOLEGĘ,
PANA INŻYNIERA NOWAKA
Z ZAKŁADU UNIESZKODLIWIANIA
ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH.

DZIEŃ DOBRY!
PROFESOR POWIEDZIAŁ MI, ŻE
PROWADZICIE ŚLEDZTWO. JAK MOGĘ POMÓC?

ODPADY NISKO-
I ŚREDNIOAKTYWNE Z
ELEKTROWNI JĄDROWEJ
- TAKIE JAK: ODPIEZ
OCHRONNA, FILTRY,
ŻYWICE, NARZĘDZIA -
PRZETWARZANE SĄ
NA MIEJSCU, NA
TERENIE SAMEJ
ELEKTROWNI.

NA TERENIE ELEKTROWNI? CZYLI
NIGDZIE NIE SĄ WYWOŻONE?

CO DZIEJE SIĘ Z ODPADAMI NISKO- I ŚREDNIOAKTYWNYMI?

SORTOWANIE



ODPADY SĄ
SEGREGOWANE WEDŁUG
RODZAJU I POZIOMU
AKTYWNOŚCI
PROMIENIOTWÓRCZEJ

PRZETWARZANIE



ODPADY STAŁE SĄ
PRASOWANE W CELU
ZMNIEJSZENIA OBJĘTOŚCI.
ODPADY CIEKŁE SĄ
ZAGĘSZCZANE, NA PRZYKŁAD
PRZESZCZĄDZANE PRZESZCZĄDZANIE,
A NASTĘPNIE ZESTALANE.
UŻYTE ŻYWICE JONOWYMIENNE,
OSADY I KONCENTRATY PO
ODPAROWANIU MOGĄ BYĆ
UNIERUCHAMIANE
PRZESZCZĄDZANIE

PAKOWANIE



PRZETWORZONE ODPADY
PROMIENIOTWÓRCZE SĄ
PAKOWANE W SPECJALNE
POJEMNIKI - BECZKI LUB
KONTENERY. KAŻDY POJEMNIK
JEST OZNAKOWANY
I ZEWDWIDCJONOWANY

PRZECZYSZCZANIE / SKŁADOWANIE



PO PRZETWORZENIU
I ZAPIECZNIENIU ODPADY SĄ
KIEROWANE DO MAGAZYNÓW
PRZECZYSZCZANIE, A NASTĘPNIE -
ZALEŻNIE OD ICH KATEGORII - DO
DALSZEGO PRZECZYSZCZANIE ALBO
DO SKŁADOWANIA W RAMACH
KRAJOWEGO SYSTEMU
POSTĘPOWANIA Z ODPADAMI
PROMIENIOTWÓRCZYMI

CZYLI ODPADY EKSPLOATACYJNE SĄ NAJPIERW
SEGREGOWANE, POTEM PRZETWARZANE,
PAKOWANE I EWIDENCJONOWANE. A DALEJ -
ZALEŻNIE OD KATEGORII - TRAFIAJĄ DO
PRZECZYSZCZANIE ALBO DO SKŁADOWANIA
W RAMACH KRAJOWEGO SYSTEMU POSTĘPOWANIA
Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI.

CZYLI ŻADNEGO
CHAOSU. KAŻDY POJEMNIK,
KAŻDY ETAP, WSZYSTKO
POD KONTROLĄ.

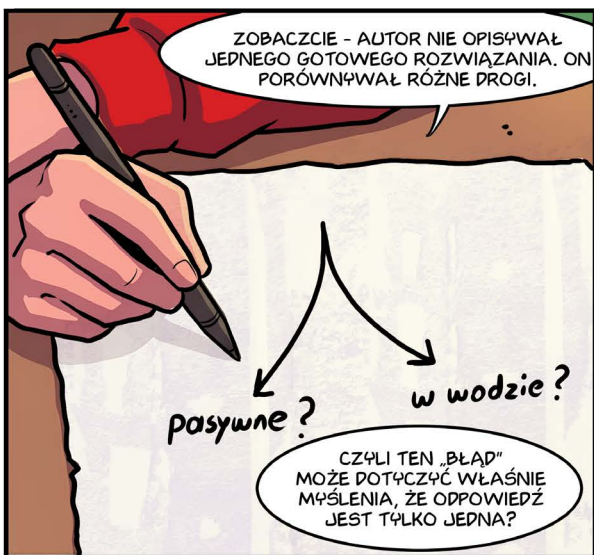
A NASZA KARTKA OD POCZĄTKU OSTRZEGAŁA,
ŻEBY NIE MIESZAĆ TEGO Z WYPALONYM PALIWEM.

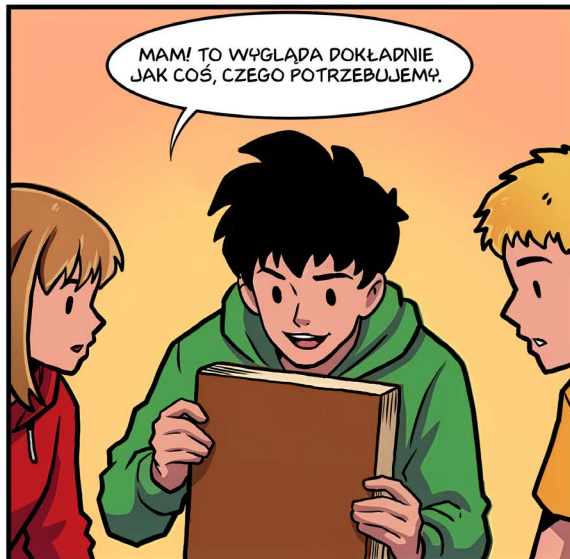
WIDZE, ŻE NEWTON WAS ZAAKCEPTOWAŁ.
TO DOBRZY ZNAK - ZWYKLE NIE UFA KAŻDEMU,
KTO MNIE ODWIEDZA.

JEŚLI ZACZNIE TEŻ
ROZWIĄZYWAĆ
ZAGADKI, TO BIERZEM
GO DO ZESPÓŁU.

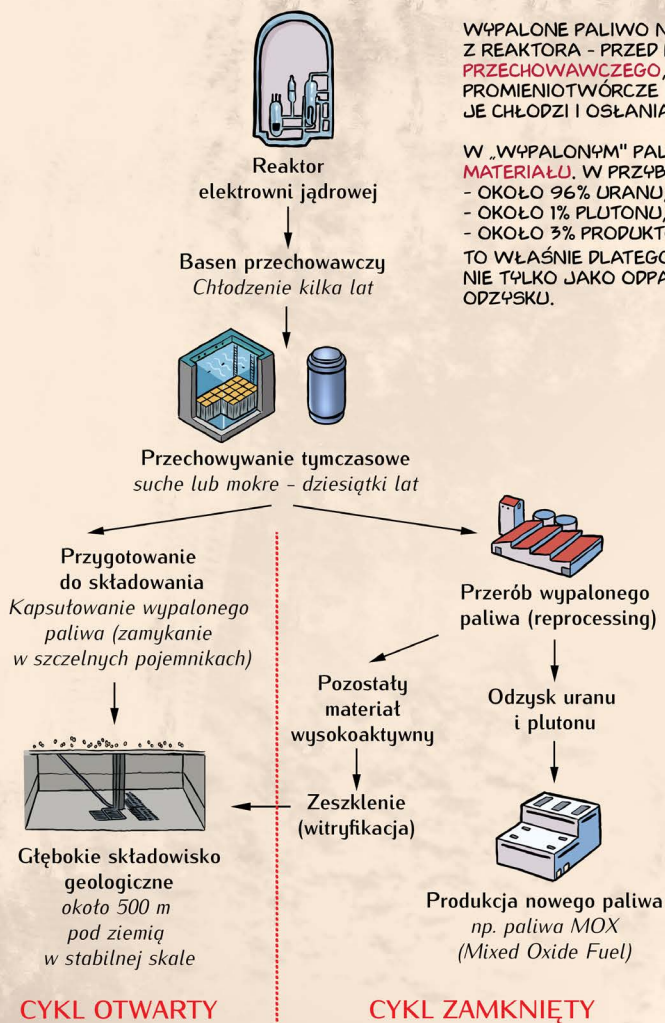
I PAMIĘTAJCIE - W ŚLEDZTWIE
NAJGROŹNIEJSZE BYWAJĄ NIE
BRAKUJĄCE FAKTY, TYLKO BŁĘDNE
ZAŁOŻENIA.

DZIĘKUJEMY
ZA POMOC!





CO DALEJ Z WYPALONYM PALIWEM? DWA PODEJŚCIA



WYPALONE PALIWO NIE KOŃCZY SWOJEJ DROGI PO WYJĘCIU Z REAKTORA - PRZED NIM DŁUGA DROGA. NAJPIERW TRAFIA DO **BASENU PRZECHOWAWCZEGO**, GDZIE POZOSTAJE PRZEZ KILKA LAT. JEST SILNIE PROMIENIOTWÓRCZE I WYDZIELA DUŻO CIEPŁA, A WODA JEDNOCZEŚNIE JE CHŁODZI I OSŁANIA OTOCZENIE PRZED PROMIENIOWANIEM.

W „WYPALONYM” PALIWIE WCIAŻ ZNAJDUJE SIĘ **DUŻO CENNEGO MATERIAŁU**. W PRZYBLIŻENIU SKŁADA SIĘ ONO Z:

- OKOŁO 96% URANU,
- OKOŁO 1% PLUTONU,
- OKOŁO 3% PRODUKTÓW ROZSZCZEPIONIA I INNYCH IZOTOPÓW.

TO WŁAŚNIE DLATEGO CZĘŚĆ PAŃSTW TRAKTUJE WYPALONE PALIWO NIE TYLKO JAKO ODPAD, ALE TAKŻE JAKO POTENCJALNY SUROWIEC DO ODZYSKU.

-- CYKL OTWARTY --

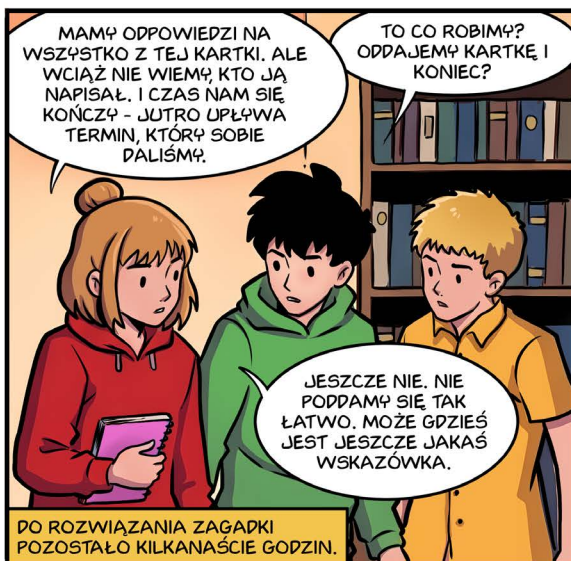
W TYM PODEJŚCIU WYPALONE PALIWO PO OKRESIE CHŁODZENIA I PRZECHOWYWANIA TYMCZASOWEGO NIE JEST PRZERABIANE. PO ODPOWIEDNIM PRZYGOTOWANIU - ZAMKNIĘCIU W SPECJALNYCH, WYTRZYMAŁYCH POJEMNIKACH - KIERUJE SIĘ JE DO **GŁĘBOKIEGO SKŁADOWISKA GEOLOGICZNEGO**, GDZIE MA BYĆ BEZPIECZNIE ISOLOWANE OD ŚRODOWISKA PRZEZ BARDZO DŁUGI CZAS.

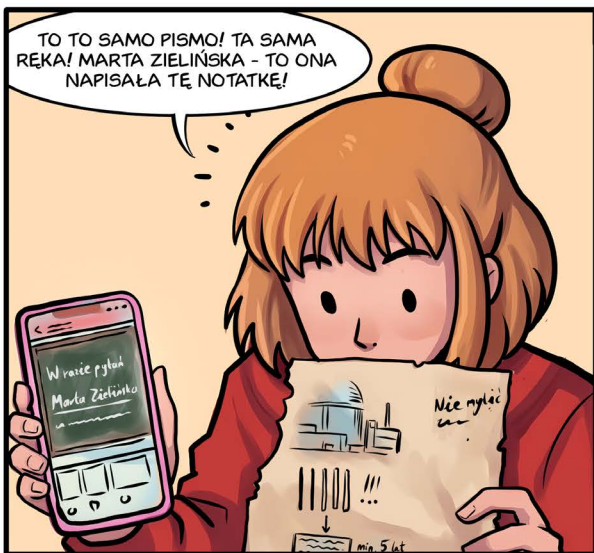
-- CYKL ZAMKNIĘTY --

W TYM PODEJŚCIU WYPALONE PALIWO TRAFIA DO **ZAKŁADÓW PRZEROBU**, GDZIE ODZYSKUJE SIĘ Z NIEGO URAN I PLUTON, KtóRE MOŻNA WYKORZYSTAĆ DO PRODUKCJI NOWEGO PALIWA. POZOSTAŁA CZĘŚĆ - ZAWIERAJĄCA PRODUKTY ROZSZCZEPIONIA I AKTYWOWCE - JEST UNIERUCHAMIANA W SZKLE (PROCES ZWANÝ WITRYFIKACJĄ) I KIEROWANA DO SKŁADOWANIA.

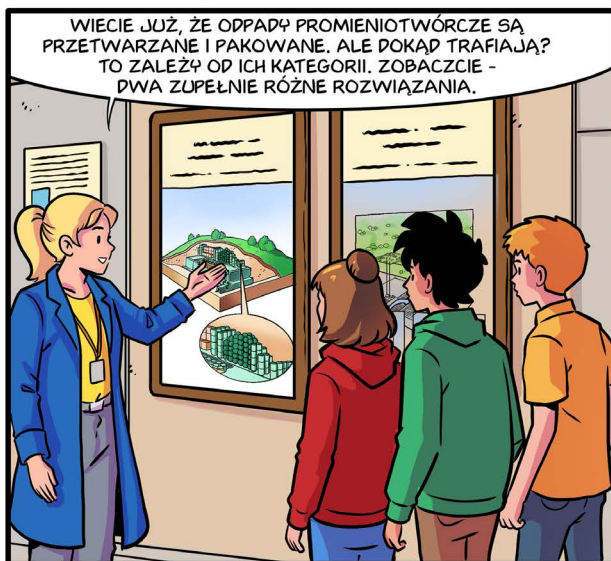
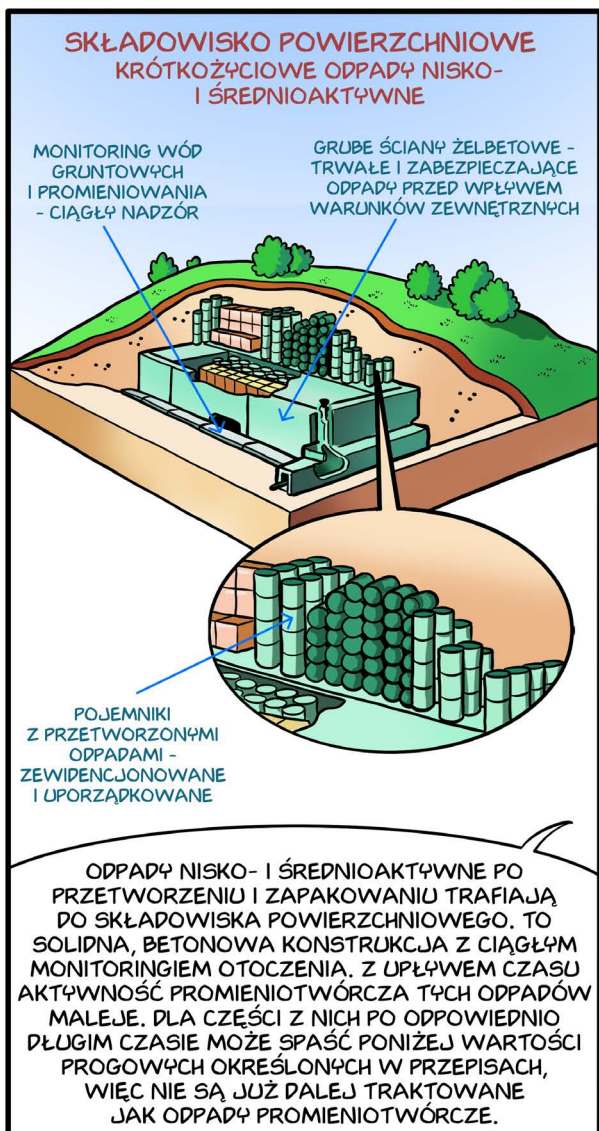
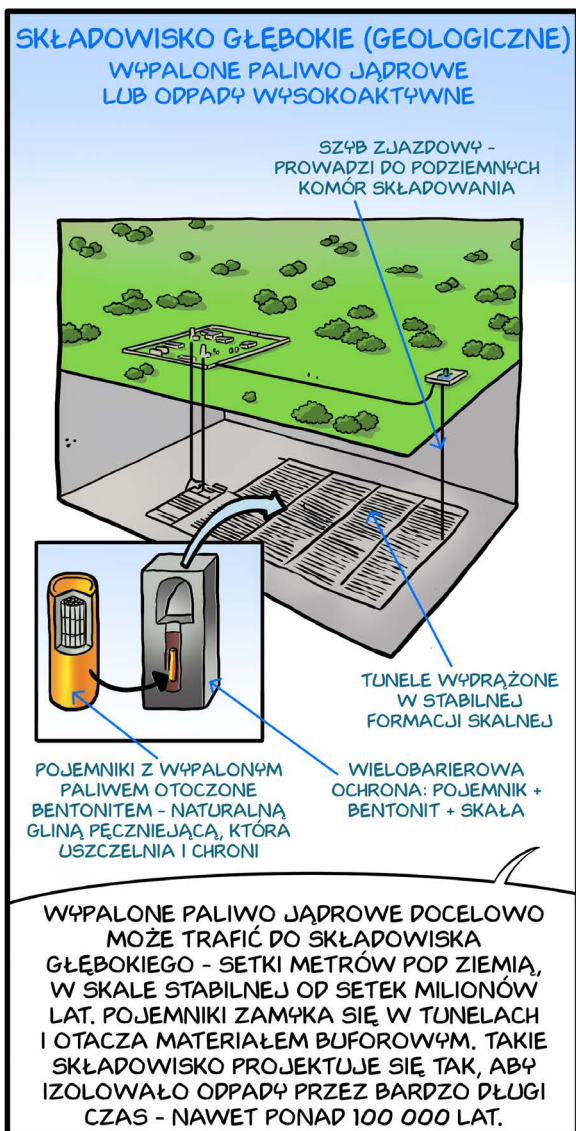
WARTO ZAPAMIĘTAĆ:

RÓŻNE PAŃSTWA WYBIERAJĄ RÓŻNE STRATEGIE POSTĘPOWANIA Z WYPALONYM PALIWEM. WYBÓR ZALEŻY OD TECHNOLOGII, POLITYKI ENERGETYCZNEJ, KOSZTÓW ORAZ DOSTĘPNEJ INFRASTRUKTURY. NIEZALEŻNIE OD WYBRANEJ ŚCIEŻKI, ROZWIĄZANIA DO BEZPIECZNEGO PRZECHOWYWANIA I DALSZEGO POSTĘPOWANIA Z WYPALONYM PALIWEM ISTNIEJĄ I SĄ ROZWIJANE ORAZ WDRAŻANE W WIELU KRAJACH.







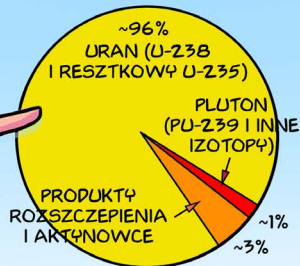


SKŁADOWANIE GŁĘBOKIE TO JEDNO Z ROZWIĄZAŃ. ALE JEST TEŻ INNE PODEJŚCIE - RECYKLING WYPALONEGO PALIWA. ŻEBY JE ZROZUMIEĆ, TRZEBA WIEDZIEĆ, CO TAK NAPRAWDĘ ZNAJDUJE SIĘ W WYPALONYM PALIWIE.

PRZECIEŻ TO CZYTAŁIŚMY W BIBLIOTECE - 96% URANU, 1% PLUTONU, 3% PRODUKTÓW ROZSZCZEPIENIA. ALE SKĄD W OGÓLE BIERZE SIĘ PLUTON W PALIWIE, KTÓRE NA POCZĄTKU GO NIE MIAŁO?

ŚWETNE PYTANIE! WŁAŚNIE TO POKAZUJE TA PLANSZA.

SKŁAD WYPALONEGO PALIWA



SKĄD PLUTON? PODCZAS PRACY REAKTORA CZĘŚĆ JADER URANU-238 POCHŁANIA NEUTRONY I W PRZEMIANACH JADROWYCH PRZEKSZTAŁCA SIĘ W IZOTOPY PLUTONU, PRZEDĘ WSZYSTKIM PLUTON-239, A TAKŻE PLUTON-241. OBA TE IZOTOPY RÓWNIEŻ MOGĄ ULEGAĆ ROZSZCZEPIENIU, A WIĘC BIORĄ UDZIAŁ W WYTWARZANIU ENERGII JUŻ W CZASIE PRACY REAKTORA. CZĘŚĆ PLUTONU POZOSTAJE JEDNAK W WYPALONYM PALIWIE I PO ODZYSKANIU MOŻE ZOSTAĆ WYKORZYSTANA DO PRODUKCJI NOWEGO PALIWA.

PALIWO MOX - NOWE PALIWO Z ODZYSKANÝCH MATERIAŁÓW

WYPALONE PALIWO



PRODUKCJA PALIWA MOX



POWRÓT DO REAKTORA

MOX (MIXED OXIDE FUEL) TO PALIWO Z MIESZANINĄ TLENKÓW URANU I PLUTONU. W PROCESIE PRZEROBU WYPALONEGO PALIWA ODZYSKUJE SIĘ PRZEDĘ WSZYSTKIM URAN I PLUTON. ODZYSKANY PLUTON MIESZA SIĘ Z TLENKIEM URANU I FORMUJE W NOWE PASTYLKI PALIWOWE, KTÓRE MOGĄ PONOWNIE PRACOWAĆ W REAKTORZE. W NIEKTÓRYCH TECHNOLOGIACH MOŻLIWY JEST TAKŻE DAŁSZY RECYKLING PALIWA MOX, CHOĆ JEST TO BARDZIEJ ZŁOŻONE NIŻ W PRZYPADKU STANDARDOWEGO PALIWA URANOWEGO.

ZALETY RECYKLINGU WYPALONEGO PALIWA (CYKL ZAMKNIĘTY)



ODZYSK CENNYCH MATERIAŁÓW - WIĘKSZOŚĆ MASY WYPALONEGO PALIWA STANOWIĄ URAN I PLUTON, KTÓRE MOŻNA ODZYSKAĆ I PONOWNIE WYKORZYSTAĆ W ODPWIEDNICH TECHNOLOGIACH



ZMNIEJSZENIE OBJĘTOŚCI ODPADÓW PRZEZNACZONYCH DO SKŁADOWANIA GEOLOGICZNEGO



LEPSZE WYKORZYSTANIE ZASOBÓW URANU NATURALNEGO



MNIEJ DŁUGOŻYCIOWYCH IZOTOPÓW W ODPADACH POZOSTAŁYCH PO PRZEROBIE WYPALONEGO PALIWA PRZEZNACZONYCH DO SKŁADOWANIA - ODZYSK PLUTONU ZMNIEJSZA UDZIAŁ SUBSTANCJI, KTÓRE PRZEZ BARDZO DŁUGI CZAS UTRZYMUJĄ ICH WYSOKĄ PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ.

WYBÓR MIĘDZY CYKLEM PALIWOWYM OTWARTYM A ZAMKNIĘTĄ DO DECYZJA STRATEGICZNA KAŻDEGO PAŃSTWA. OBA PODEJŚCIA MAJĄ SWOJE ZALETY - NAJWAŻNIEJSZE, ŻE BEZPIECZNE ROZWIĄZANIA ISTNIEJĄ W OBU PRZYPADKACH.



TO JEST
OGROMNE!
ILE TO WAŻY?

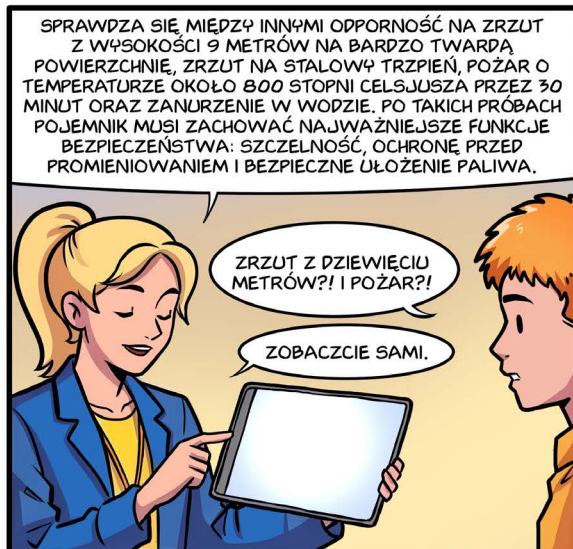
ZALEŻNIE OD KONSTRUKCJI TAKI POJEMNIK MOŻE
WAŻYĆ PONAD 100 TON. MA MASYWNĄ,
WIELOWARSTWOWĄ OSŁONĘ, SYSTEM
ODPROWADZANIA CIEPŁA I ZDERZAKI
POCHŁANIAJĄCE ENERGIĘ UDERZENIA. PROJEKTUJE
SIĘ GO TAK, ŻEBY WYTRZYMAŁ BARDZO
SUROWE WARUNKI AWARYJNE
PRZEWIDZIANE W PRZEPISACH
TRANSPORTOWYCH.

MODEL POJEMNIKA
TRANSPORTOWEGO DO
PRZEWÓZU WYPALONEGO
PALIWA JĄDROWEGO



TRANSPORT WYPALONEGO PALIWA ODBYWA SIĘ WEDŁUG
BARDZO RYGORYSTYCZNYCH MIĘDZYNARODOWYCH
PRZEPISÓW. TRASY SĄ ZAPLANOWANE I NADZOROWANE,
TRANSPORT JEST MONITOROWANY NA KAŻDYM ETAPIE,
A POJEMNIKI MUSZĄ PRZEJŚĆ SERIĘ EKSTREMALNYCH
TESTÓW ZANIM ZOSTANĄ DOPUSZCZONE
DO UŻYCIA.

JAKICH
TESTÓW?



SPRAWDZA SIĘ MIĘDZY INNYMI ODPORNOŚĆ NA ZRZUT
Z WYSOKOŚCI 9 METRÓW NA BARDZO TWARDEJ
POWIERZCHNIE, ZRZUT NA STAŁY TRZPIEN, POŻAR O
TEMPERATURZE OKOŁO 800 STOPNI CELSIJUSA PRZESZŁY
30 MINUT ORAZ ZANURZENIE W WODZIE. PO TAKICH PRÓBACH
POJEMNIK MUSI ZACHOWAĆ NAJWAŻNIEJSZE FUNKCJE
BEZPIECZEŃSTWA: SZCZELNOŚĆ, OCHRONĘ PRZED
PROMIENIOWANIEM I BEZPIECZNE UŁOŻENIE PALIWA.

ZRZUT Z DZIEWIĘCIU
METRÓW?! I POŻAR?!

ZOBACZCIE SAMI.



TO NAGRANIE Z TESTU DEMONSTRACYJNEGO. POJEMNIK
UDERZA W MASYWNĄ PRZESZKODĘ Z OGROMNĄ
ENERGIĄ. WIDĄC USZKODZENIA ZEWNĘTRZNE, ALE
NAJWAŻNIEJSZE JEST TO, ŻE KONSTRUKCJA
ZACHOWUJE SVOJE FUNKCJE BEZPIECZEŃSTWA.

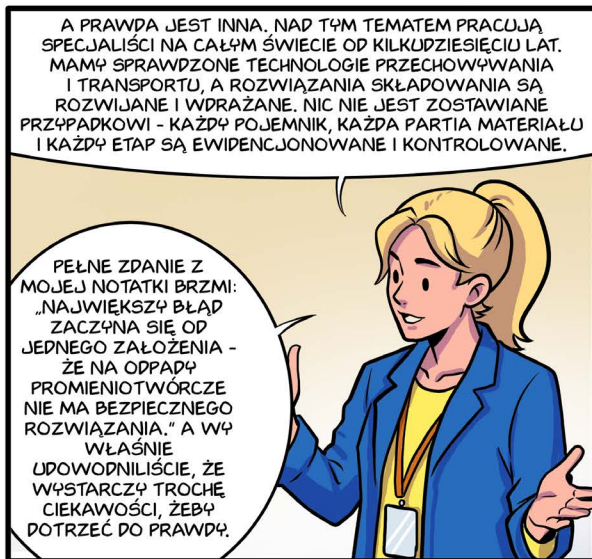


CZYLI NAWET
GDYBY PODCZAS
TRANSPORTU
ZDARZYŁ SIĘ
POWAŻNY
WYPADEK...

W RAZIE WYPADKU PALIWO
POZOSTAŁOBY BEZPIECZNIE ZAMKNIĘTE
W POJEMNIKU. TE POJEMNIKI SĄ
ZAPROJEKTOWANE, ABY WYTRZYMAĆ
BARDZO TRUDNE WARUNKI, NAWET
NAJPOWAŻNIEJSZE
WYPADKI.

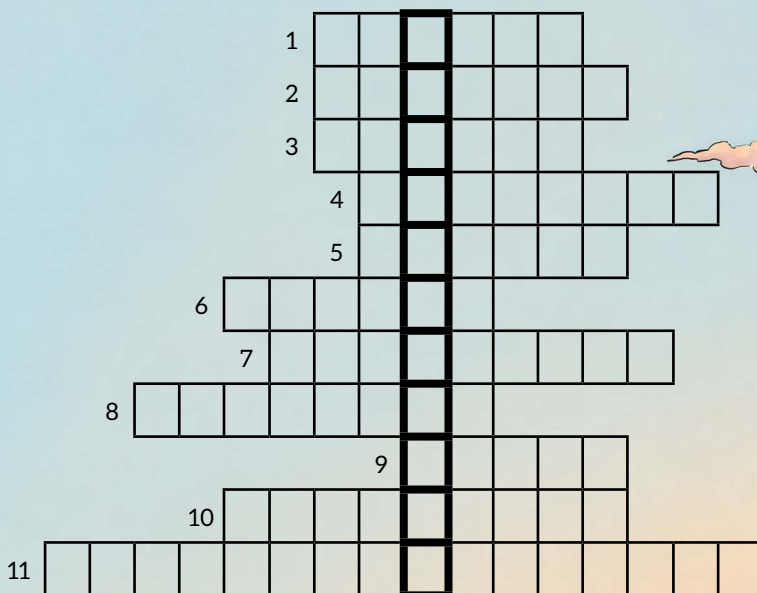
CZYLI JEST
KILKA POZIOMÓW OCHRONY:
PASTYLKI W KOSZULKACH PRĘTÓW,
PRĘTY W KASECIE, A CAŁOŚĆ W
MASYWNYM POJEMNIKU.

ZGADZA SIĘ,
W TRANSPORCIE NAJWAŻNIEJSZE
JEST TO, ŻEBY POJEMNIK ZACHOWAŁ
SVOJE FUNKCJE BEZPIECZEŃSTWA NAWET
W BARDZO TRUDNYCH WARUNKACH.

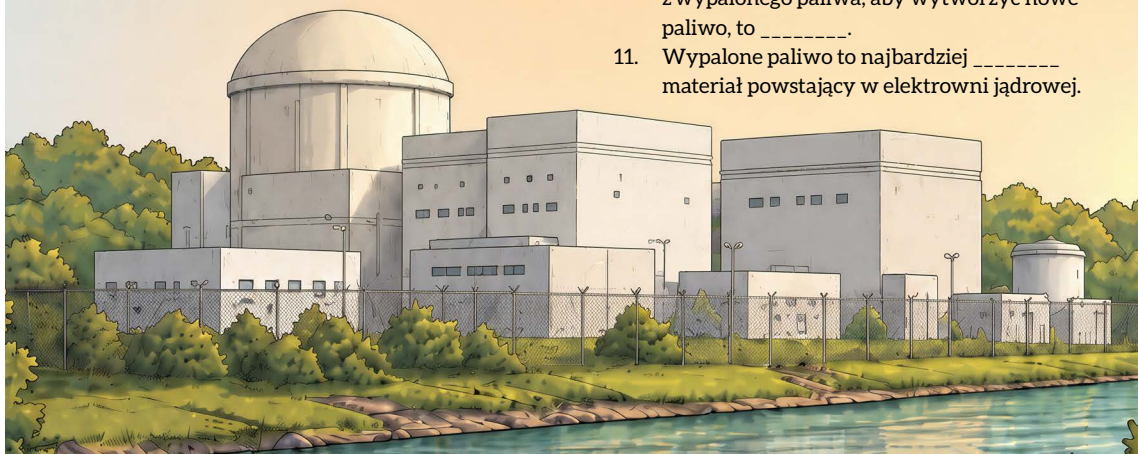


Sprawdź, czy jesteś ekspertem od energetyki jądrowej?

Uzupełnij zdania o brakujące wyrazy i wpisz je w pola krzyżówki.
Litery z wyróżnionej kolumny utworzą hasło.



1. Zestaw prętów paliwowych spiętych w jedną całość, w którym paliwo pracuje w reaktorze, to
2. Jednostką aktywności promieniotwórczej jest 1 (1 rozpad na sekundę).
3. Woda w basenie chłodzi wypalone paliwo i stanowi przed promieniowaniem.
4. Małe, twarde walce ze sprasowanego tlenku uranu to paliwowe.
5. Materiały promieniotwórcze powstające podczas pracy elektrowni, które wymagają kontroli, to
6. Pierwiastek promieniotwórczy powstający w reaktorze z uranu-238 to
7. Naturalny ruch powietrza, dzięki któremu suchy przechowalnik chłodzi się bez pomp, to
8. Naturalna glina, która pęcznieje w wodzie i uszczelnia pojemniki w składowisku, to
9. Głębokie składowisko geologiczne wykuwa się w stabilnej, setki metrów pod ziemią.
10. Odzyskiwanie uranu i plutonu z wypalonego paliwa, aby wytworzyć nowe paliwo, to
11. Wypalone paliwo to najbardziej materiał powstający w elektrowni jądrowej.



Quiz - zaznacz poprawną odpowiedź

1. Ile czasu wypalone paliwo pozostaje w basenie przechowawczym przy elektrowni?

- a) kilka godzin
- b) co najmniej kilka lat
- c) 100 000 lat

2. Co odzyskuje się z wypalonego paliwa w cyklu zamkniętym?

- a) tylko wodę
- b) uran i pluton
- c) beton i stal

3. Jak nazywa się urząd nadzorujący bezpieczeństwo jądrowe w Polsce?

- a) Państwowa Agencja Atomistyki
- b) Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej
- c) Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

4. Paliwo MOX to mieszanina tlenków:

- a) żelaza i niklu
- b) węgla i wapnia
- c) uranu i plutonu

5. Unieruchamianie odpadów wysokoaktywnych w szkło to:

- a) konwekcja
- b) recykling
- c) witrifikacja

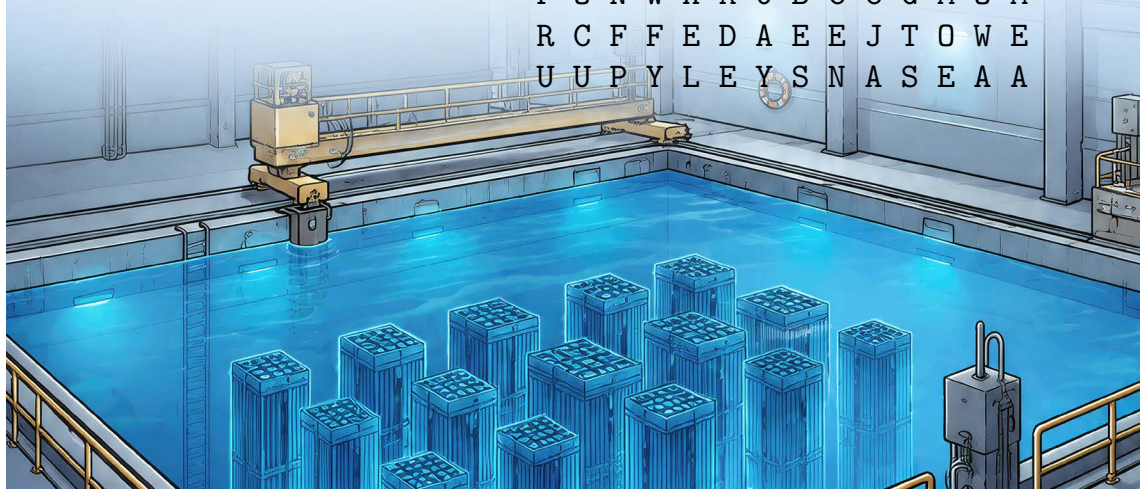
6. Materiał buforowy otaczający pojemniki w składowisku głębokim to:

- a) styropian
- b) bentonit
- c) piasek

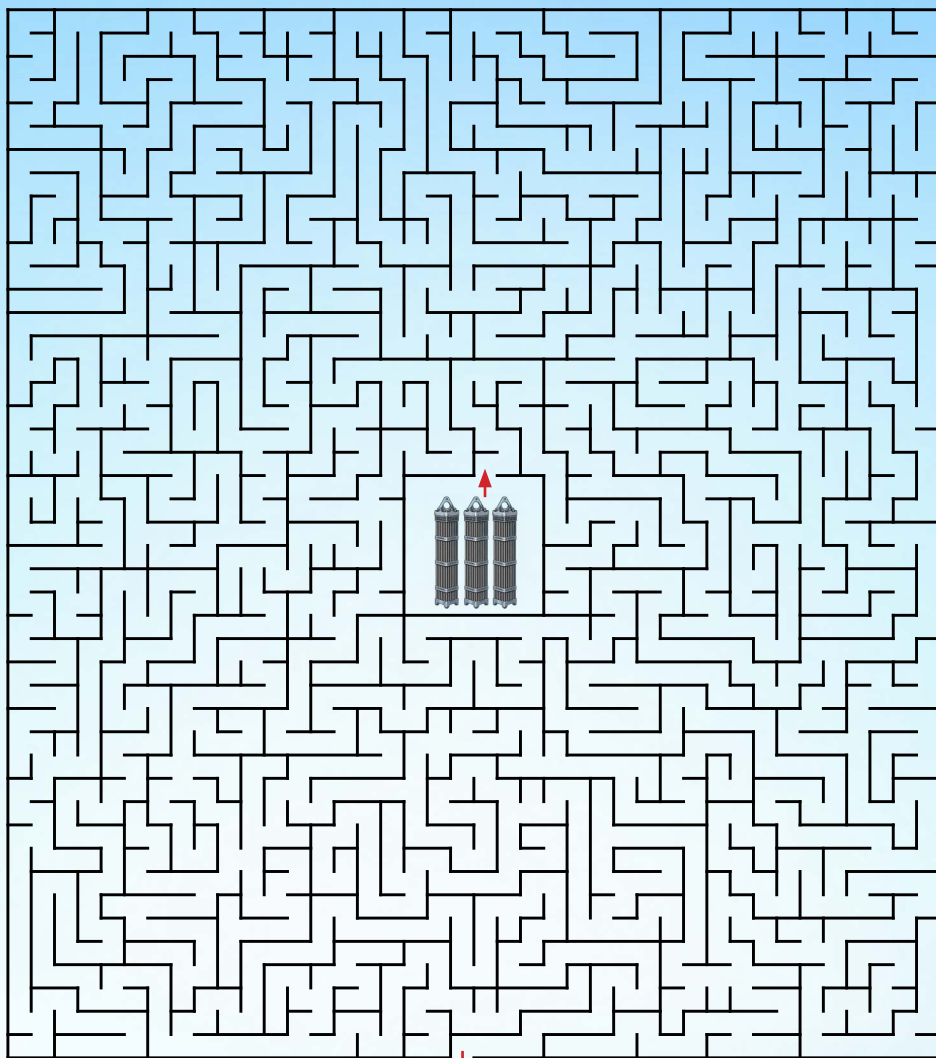
Odszukaj i wykreśl w diagramie 12 słów związanych z odpadami promieniotwórczymi.

Słowa mogą być poziomo, pionowo i po skosie, a także wspak.

D P O P P J C K E D K B I P
P L U T O N A Z F T R E A G
R L E Z S S A R R J W K C Z
I R L F E L H A S S R E R K
W N H T U G N T H M E R H G
N A A R P S L I A K C E A I
E R P I P G R N Z O Y L U L
S U N O O E L O L N K C H D
A O R O A H P T G W L K G P
B T D K R U U N A E I P W L
W C T P Y T D E M K N Z G P
F O N W A K U B C C G M O M
R C F F E D A E E J T O W E
U U P Y L E Y S N A S E A A



Poprowadź wypalone paliwo bezpieczną drogą - od reaktora aż do składowiska. Uważaj, tylko jedna ścieżka jest właściwa!



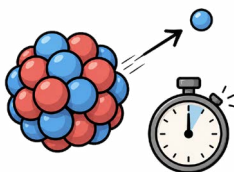
Słownik terminów użytych w komiksie

aktynowce — grupa pierwiastków promieniotwórczych, do której należą m.in. uran i pluton.

aktywność promieniotwórcza — liczba rozpadów jąder atomowych zachodzących w materiale w ciągu jednej sekundy. Jej jednostką jest bekerel (Bq).

basen przechowawczy (wypalonego paliwa) — głęboki, wypełniony wodą zbiornik przy reaktorze, do którego trafia wypalone paliwo zaraz po wyjęciu z rdzenia. Woda jednocześnie chłodzi paliwo i osłania otoczenie przed promieniowaniem jonizującym. Paliwo pozostaje w nim co najmniej kilka lat.

bekerel (Bq) — Jednostka aktywności promieniotwórczej. 1 bekerel = 1 rozpad jądra atomowego na sekundę.



bentonit — rodzaj naturalnej gliny, która pęcznieje po nasiąknięciu wodą. W składowiskach głębokich otacza się nim pojemniki z odpadami — wypełnia szczeliny, uszczelnia i stanowi dodatkową barierę ochronną (tzw. materiał buforowy).

cykl otwarty i zamknięty — dwie strategie postępowania z wypalonym paliwem. W cyklu otwartym paliwo nie jest przerabiane — po przygotowaniu trafia do składowiska głębokiego. W cyklu zamkniętym odzyskuje się z niego uran i pluton do produkcji nowego paliwa, a pozostałość unieruchamia i składowuje.

efekt Czerenkowa — błękitna poświata powstająca w wodzie wokół paliwa jądrowego. Pojawia się, gdy naładowane cząstki poruszają się w wodzie szybciej niż światło w tym ośrodku.

izotopy — odmiany tego samego pierwiastka, różniące się liczbą neutronów w jądrze. Jedne izotopy są trwałe, inne — promieniotwórcze (np. uran-235, pluton-239).

jądro atomowe — centralna, ciężka część atomu, zbudowana z protonów i neutronów. W jądrach niestabilnych zachodzą rozpady promieniotwórcze.

kanał transferowy — wypełnione wodą przejście łączące reaktor z basenem przechowawczym. Służy do przemieszczania pod osłoną wody wypalonego paliwa.

kaseta paliwowa — zestaw wielu prętów paliwowych spiętych w jedną całość. W takiej postaci paliwo jądrowe pracuje w reaktorze, a potem jest przechowywane.



konwekcja — naturalny ruch gazów i cieczy. Ogrzany czynnik staje się lżejszy i unosi się do góry, a na jego miejsce napływa chłodniejszy. Dzięki temu suchy przechowalnik odprowadza ciepło bez pomp i zasilania.

koszulka pręta paliwowego — szczelna, cienka metalowa rurka, w której zamknięte są pastylki paliwowe. To druga bariera zatrzymująca produkty rozszczepienia wewnątrz paliwa.

odpady eksploatacyjne — odpady promieniotwórcze powstające podczas normalnej pracy elektrowni: zużyta odzież ochronna, rękawice, filtry, narzędzia, żywice jonowymienne, szlasy itp. To inna kategoria niż wypalone paliwo — nie wolno ich myć.

Państwowa Agencja Atomistyki, PAA — polski urząd nadzorujący bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną w kraju. Dowiedz się więcej: www.gov.pl/web/paa/



paliwo MOX — paliwo z mieszaniny tlenków uranu i plutonu (ang. Mixed Oxide). Pozwala ponownie wykorzystać pluton odzyskany z wypalonego paliwa.

pastylki paliwowe — małe, twarde walce ze sprasowanego tlenku uranu — podstawowa postać paliwa. Umieszcza się je w koszulkach prętów.

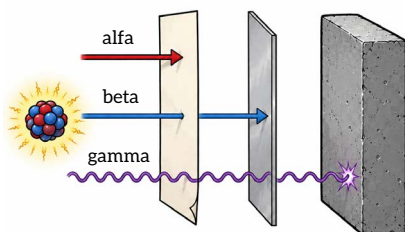
pluton (Pu) — pierwiastek promieniotwórczy powstający w reaktorze z uranu-238. Częściowo bierze udział w wytwarzaniu energii, a częściowo można go odzyskać z wypalonego paliwa do produkcji nowego paliwa.

pojemnik transportowy – masywny, wielowarstwowy pojemnik (nierzadko ponad 100 ton) do bezpiecznego przewozu wypalonego paliwa. Przed dopuszczeniem do użytku musi przejść ekstremalne testy (zrzut, pożar, zanurzenie).



produkty rozszczepienia – nowe, zwykle promieniotwórcze jądra powstające po rozszczepieniu jąder paliwa. Gromadzą się w paliwie podczas pracy reaktora i sprawiają, że po wyjęciu z reaktora jest ono silnie promieniotwórcze.

promieniowanie jonizujące – promieniowanie o energii wystarczającej, by wybijać elektrony z atomów. Emitują je materiały promieniotwórcze. Chronią przed nim osłony radiologiczne. Główne rodzaje to promieniowanie alfa, beta i gamma



przechowalnik mokry – instalacja, w której wypalone paliwo nadal przechowuje się w wodzie. Wymaga aktywnych systemów: pomp cyrkulujących wodę, zasilania i stałego nadzoru.

przechowalnik suchy – masywny pojemnik ze stali i betonu, w którym paliwo chłodzi się pasywnie – dzięki konwekcji powietrza, bez pomp i zasilania. Działa nawet przy braku prądu.

reakcja łańcuchowa rozszczepienia – proces, w którym rozszczepienie jednego jądra wyzwala neutrony rozszczepiające kolejne jądra. W reaktorze jest kontrolowana; w basenie stojaki utrzymują kasety w odstębach, aby do niej nie doszło.

reprocessing (przerób wypalonego paliwa) – proces odzyskiwania z wypalonego paliwa uranu i plutonu, które można wykorzystać ponownie. Kluczowy element cyklu zamkniętego.

rozpad promieniotwórczy – samorzutna przemiana niestabilnego jądra atomowego, której towarzyszy emisja promieniowania jonizującego.

rozszczipienie jądra – podział ciężkiego jądra (np. uranu) na lżejsze fragmenty po pochłonięciu neutronu. Uwalnia energię i kolejne neutrony – to podstawa działania elektrowni jądrowej.

składowisko głębokie (geologiczne) – komory i tunele wydrążone kilkaset metrów (ok. 400-500 m) pod ziemią w stabilnej skale. Przeznaczone do izolowania wypalonego paliwa lub odpadów wysokoaktywnych na bardzo długi czas – nawet ponad 100 000 lat.

składowisko powierzchniowe – betonowa budowla na powierzchni ziemi lub płytko pod nią, z ciągłym monitoringiem otoczenia. Przeznaczona dla przetworzonych odpadów nisko- i średnioaktywnych.

stężenie promieniotwórcze – aktywność promieniotwórcza przypadająca na określoną ilość (masę) materiału. To ono – porównane z wartościami progowymi – decyduje o kategorii odpadu, a nie sama aktywność.

uran (U) – pierwiastek, z którego wytwarza się paliwo jądrowe. Izotop uran-235 łatwo się rozszczepia; uran-238 może przekształcać się w reaktorze w pluton.

witryfikacja (zeszklenie) – unieruchamianie odpadów wysokoaktywnych przez stopienie ich ze szkłem. Trwały blok szkła utrudnia wydostanie się substancji promieniotwórczych.

wypalone paliwo jądrowe – paliwo, które pracowało w reaktorze kilka lat. Nadal silnie promieniuje i wydzielą ciepło – to najbardziej promieniotwórczy materiał w elektrowni. Zawiera jednak dużo cennego materiału (ok. 96% uranu, ok. 1% plutonu, ok. 3% produktów rozszczepienia), więc bywa traktowane także jako surowiec.

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, ZUOP – instytucja zajmująca się w Polsce przetwarzaniem, przechowywaniem i składowaniem odpadów promieniotwórczych. Dowiedz się więcej: www.gov.pl/web/zuop

żywice jonowymienne – specjalny granulat służący do oczyszczania skażonej wody w elektrowni. Po zużyciu stają się odpadem, który się unieruchamia (np. przez cementowanie).



**POLSKIE
ELEKTROWNIE
JĄDROWE**

Więcej informacji:
www.pej.pl

Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. to spółka odpowiadająca m.in. za przygotowanie procesu inwestycyjnego i pełnienie roli inwestora w projekcie budowy elektrowni jądrowych o łącznej mocy zainstalowanej od ok. 6 do ok. 9 GWe w oparciu o bezpieczne, sprawdzone, wielkoskalowe, wodne ciśnieniowe reaktory jądrowe generacji III(+) oraz ich ewentualną przyszłą eksploatację.

Spółka wspiera też administrację rządową w działaniach na rzecz realizacji Programu polskiej energetyki jądrowej oraz wykonaniu umowy między rządem RP, a rządem USA ws. współpracy w celu rozwoju programu energetyki jądrowej wykorzystywanej do celów cywilnych oraz cywilnego przemysłu jądrowego w RP.



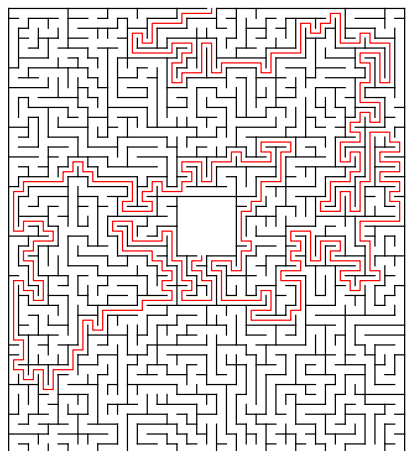
Więcej informacji:
www.forumatomowe.org

Fundacja FORUM ATOMOWE powstała z myślą o szeroko pojętej działalności informacyjnej i edukacyjnej w dziedzinie pokojowego wykorzystania energii jądrowej, promocji fizyki i nauk pokrewnych, a także idei rozwoju energetyki jądrowej w Polsce.

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

Fundacja realizuje kilka ciekawych i wartościowych projektów: „Atomowy Autobus - Mobilne Laboratorium”, a także „Spotkania z Energią Atomową”, „Szkolna Radonowa Mapa Polski”, konkursy wiedzy dla uczniów szkół podstawowych i średnich, portal popularnonaukowy *energijadrowa.pl* oraz portal wiedzy o energii jądrowej *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.



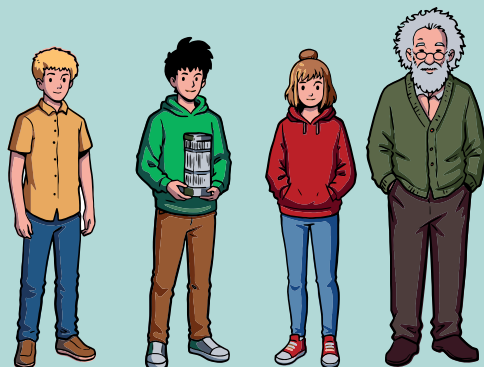
LABIRYNT:

WYKRZEŚLANKA:
PLUTON - wiersz 2, kol 1 - poziomo w prawo
BEKEREL - wiersz 1, kol 12 - pionowo w dół
URAN - wiersz 8, kol 2 - pionowo w górę
BASEN - wiersz 10, kol 1 - pionowo w górę
ODPADY - wiersz 9, kol 2 - skos w dół-prawo
KASETA - wiersz 1, kol 8 - skos w dół-lewo
REAKTOR - wiersz 7, kol 7 - skos w dół-lewo
NEUTRON - wiersz 14, kol 9 - skos w górę-lewo
BENTONIT - wiersz 12, kol 8 - pionowo w górę
TRANSPORT - wiersz 2, kol 10 - skos w dół-lewo
RECYKLING - wiersz 4, kol 11 - pionowo w dół
KONWEKCYJA - wiersz 6, kol 10 - pionowo w dół

QUIZ: 1-b, 2-b, 3-a, 4-c, 5-c, 6-b.

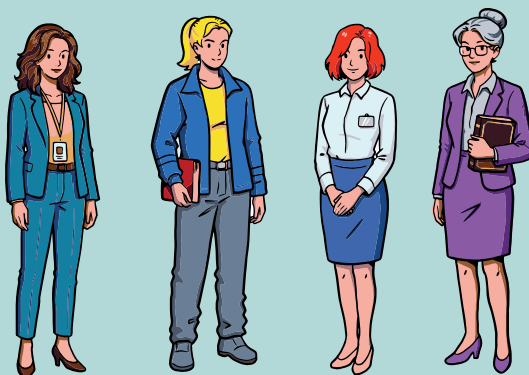
KRZYŻÓWKA:
1. KASETA, 2. BEKEREL, 3. OSŁONA, 4. PASTYLKI, 5. ODPADY,
6. PLUTON, 7. KONWEKCYJA, 8. BENTONIT, 9. SKALE,
10. RECYKLING, 11. PROMEINIOTWÓRCZY,
HASŁO: SKŁADOWISKO

ODPOWIEDZI



KIEDY JULIA ZNAJDUJE POD KRZESŁEM TAJEMNICZY FRAGMENT CZYCHÓŚ NOTATEK – POKRYTY DZIWNYMI SYMBOLAMI, STRZAŁKAMI I URWANYM OSTRZEŻENIEM – POSTANAWIA DOWIEDZIEĆ SIĘ, CO TO ZNACZY.

RAZEM Z SZYMONEM I FILIPEM ROZPOCZYNĄ ŚLEDZTWO, KTÓRE ZAPROWADZI ICH OD SZKOLNEJ ŁAWKI PO WNĘTRZE ELEKTROWNI JĄDROWEJ.



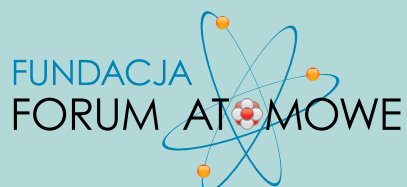
PRZYGODA ZACZĘŁA SIĘ WCZEŚNIEJ!

OPERACJA YELLOW CAKE – ZESZYT 1

SZYMON I FILIP TRAFIAJĄ NA TAJEMNICZY PRZEDMIOT NA SKUPIE ZŁOMU OJCA SZYMONA. CZYM JEST METALOWY KRAŻEK? ŚLEDZTWO PROWADZI ICH AŻ DO BRAM ELEKTROWNI JĄDROWEJ.



POLSKIE
ELEKTROWNIE
JĄDROWE



FUNDACJA
FORUM ATOMOWE