

Chęć ciągłego postępu jest wpisana w ludzką naturę. Jednak o ile odkrywanie praw rządzących światem nie budzi wątpliwości moralnych, o tyle różne sposoby ich wykorzystywania prowadzą już do ożywionych dyskusji na temat charakteru niektórych wynalazków.

## ■ Odkrycia i ich zastosowania

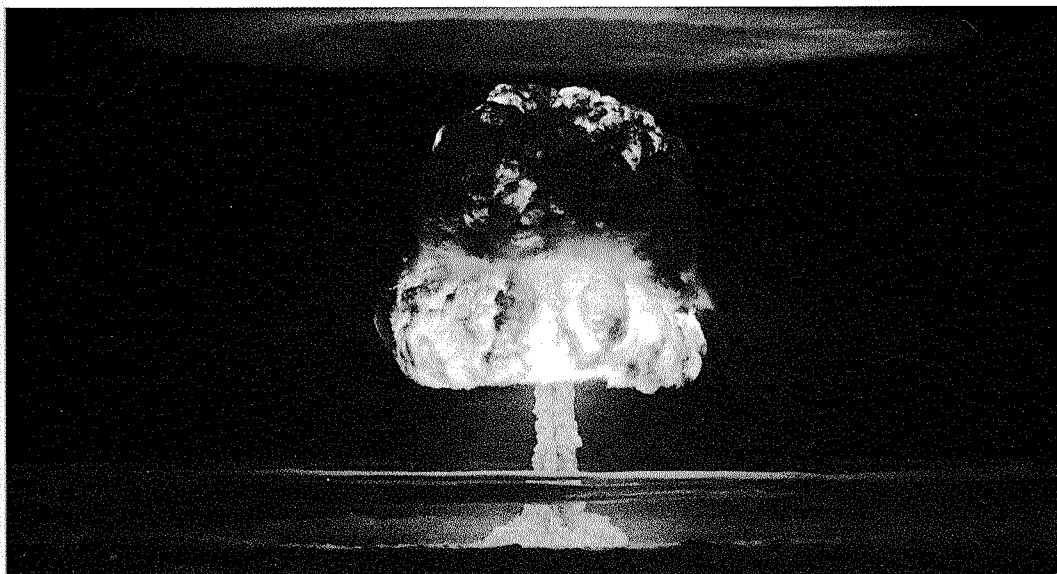
Bardzo często odkrycia naukowe i wynalazki żyją własnym życiem, niezależnie od intencji odkrywców i wynalazców. Ocena tego, czy można obarczać winą osoby, dzięki którym trafiły one w ręce ludzi, jest często trudna i niejednoznaczna.

Zdarza się, że wynalazki tworzone z zamiśleniem wykorzystania ich dla dobra ludzkości stają się narzędziem destrukcji. Czy mamy w takiej sytuacji prawo potępiać ich twórców? Czy na przykład braci Wright – konstruktorów pierwszego samolotu – można obarczać moralną odpowiedzialnością za

śmierć wszystkich osób, które zginęły w wyniku działań militarnych lotnictwa wojskowego lub w katastrofach lotniczych?

Podobnie można się zastanawiać nad moralną oceną wynalezienia dynamitu. Alfred Nobel rozpoczął prace nad stabilnym materiałem wybuchowym po tym, jak jego brat zginął w wyniku wybuchu nitrogliceryny. Uczony pracował nad materiałami wybuchowymi i stworzył dynamit, aby zapewnić bezpieczeństwo ludziom pracującym w kamieniołomach i kopalniach. Czy można mu więc przypisać moralną odpowiedzialność za śmierć wszystkich ludzi, którzy zginęli od wybuchów granatów i bomb, do których produkcji użyto materiału wybuchowego?

Nie jest jednak prawdą, że wynalazcy nie są w stanie przewidzieć losów swojego wynalazku. Co więcej, w historii wynalazczości znajdziemy wiele przykładów świadczących o tym, że prace nad danym wynalazkiem od



Ryc. 1.7. Jedną z ponad dwudziestu eksplozji ładunku jądrowego przeprowadzonych przez USA na atolu Bikini w latach 1946–1958.

początku były prowadzone ze świadomością jego niszczycielskiego charakteru. Na przykład przeznaczeniem rewolwerów, skonstruowanych i opatentowanych przez Samuela Colta, od początku było zabijanie ludzi.

## ■ Rozszczepienie atomu

Odkryciem, którego skutki budzą chyba najwięcej kontrowersji, jest rozszczepienie jądra atomowego. Z jednej strony pozwala uzyskać duże ilości energii, z drugiej – może stanowić duże zagrożenie. Ludzie boją się zarówno broni atomowej, jak i awarii elektrowni atomowej, uważając, że jedno i drugie może przynieść zagładę ludności.

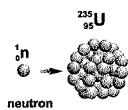
Przystępując do oceny moralnej odkrycia naukowego lub jego konsekwencji w postaci konkretnych zastosowań, niejednokrotnie należy uwzględnić moment historyczny, w którym

dokonano tego odkrycia. Tak jest również i w tym wypadku. Rozszczepienie jądra atomowego teoretycznie wyjaśniła Lisa Meitner, a przeprowadzili je w 1938 r. dwaj niemieccy uczeni: Otto Hahn i Fritz Strassmann. Odkrycie dokonano więc w przededniu wybuchu wojny światowej w kraju, który do niej dążył.

Możliwość wyzwolenia ogromnych ilości energii spotkała się z bardzo dużym zainteresowaniem naukowców na całym świecie. Niemal równocześnie z ogłoszeniem odkrycia Albert Einstein wraz z innymi naukowcami mi przestrzegali, że może ono zostać wykorzystane do skonstruowania przez Niemców bomby o ogromnej sile rażenia. W sierpniu 1939 r. poinformował o swych obawach ówczesnego prezydenta Stanów Zjednoczonych Franklina Delano Roosevelta i wezwał go do stworzenia amerykańskiej broni jądrowej.

## Schemat procesu rozszczepienia atomu oraz reakcji łańcuchowej

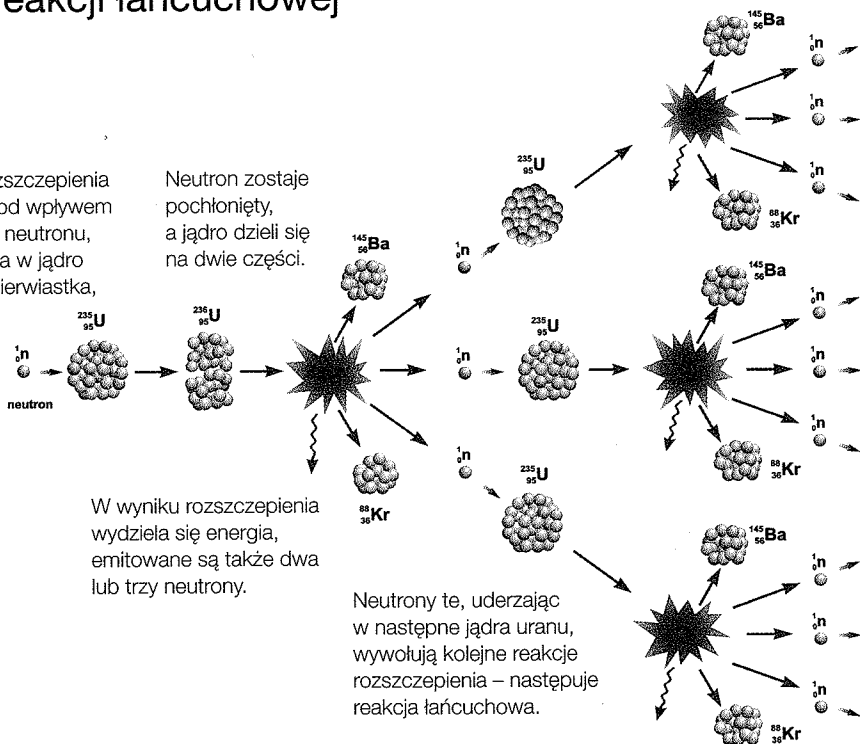
Reakcja rozszczepienia zachodzi pod wpływem powolnego neutronu, który uderza w jądro ciężkiego pierwiastka, np. uranu.



Neutron zostaje pochłonięty, a jądro dzieli się na dwie części.

W wyniku rozszczepienia wydzielona jest energia, emitowane są także dwa lub trzy neutrony.

Neutrony te, uderzając w następne jądra uranu, wywołują kolejne reakcje rozszczepienia – następuje reakcja łańcuchowa.



W 1942 r. USA rozpoczęły prace nad skonstruowaniem broni jądrowej w ramach projektu Manhattan, w który zaangażowanych było wielu światowej sławy naukowców (m.in. 20 aktualnych i przyszłych laureatów nagrody Nobla, a także Polak – Stanisław Ulam – przedstawiciel tzw. lwowskiej szkoły matematycznej). W ich wyniku powstały pierwsze bomby atomowe zrzucone w sierpniu 1945 r. na japońskie miasta Hiroszimę i Nagasaki. Na skutek ich wybuchu zginęło ponad 200 tys. ludzi. Trudno więc się dziwić, że naukowcy zaczęli się dążyć do rozszczępienia jądra atomowego z nadzieją i sprzeciw społeczeństwa.

## Protesty uczonych

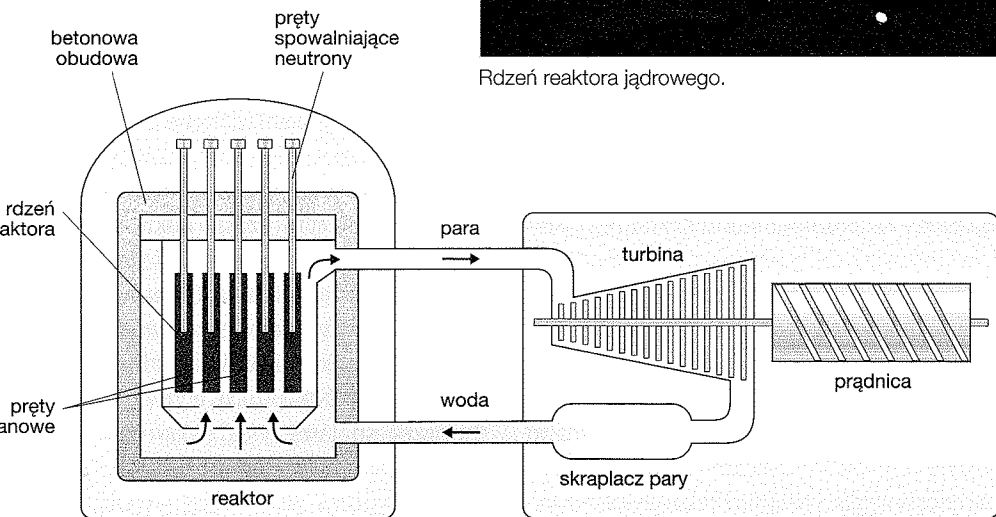
Należy podkreślić, że wielu naukowców miało wątpliwości natury moralnej i sprzeciwiało się pracom nad bombą atomową.

Polski fizyk Józef Rotblat zrezygnował z pracy w projekcie Manhattan, gdy dowiedział się, że prawdziwym celem stworzenia broni jądrowej jest zdobycie przewagi nad Rosjanami. Po ogłoszeniu tej decyzji uczony był zyskiwany i podejrzewany o szpiegostwo.

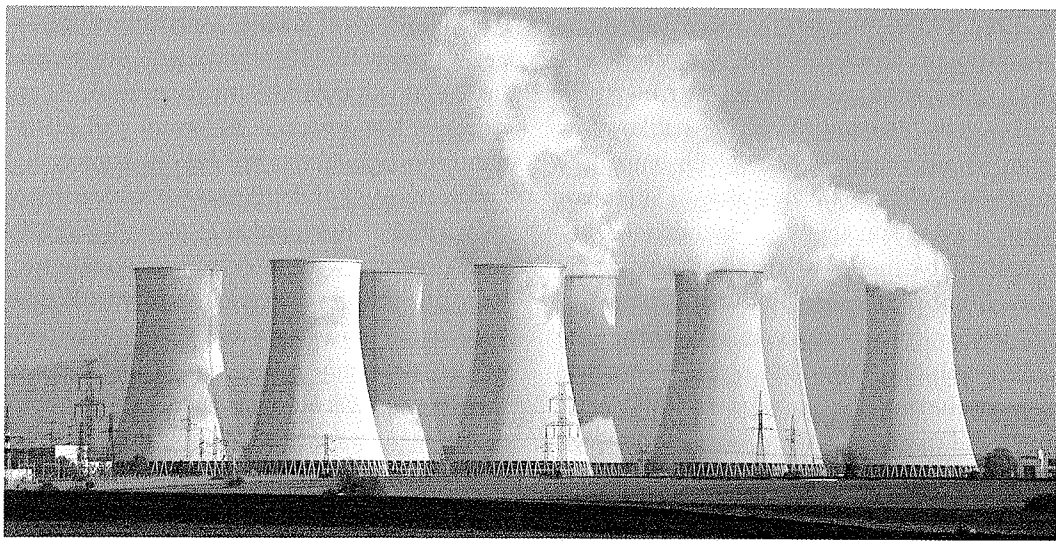
W 1954 r. Bertrand Russell (1872–1970) zainicjował powstanie organizacji pokojowej Pugwash zrzeszającej naukowców z różnych krajów. Do dziś działa ona na rzecz zmniejszenia zagrożeń związanych z konfliktami zbrojnymi. Wśród uczonych, którzy brali udział w pierwszym spotkaniu Pugwash, był również Józef Rotblat. Manifest ogłoszony przez naukowców 9 lipca 1955 r. w Londynie kończył się apelem do środowisk naukowych i rządów państw: „Biorąc pod uwagę fakt, że w przyszłej wojnie światowej broń nuklearna będzie użyta i że ta broń zagraża trwałej

## Budowa reaktora

W reaktorze jądrowym szybkość reakcji rozszczepienia jest kontrolowana za pomocą prętów pochłaniających i spowalniających neutrony.



Rdzeń reaktora jądrowego.



Ryc. 1.8. Jedyną substancją, która przedostaje się z elektrowni atomowych do atmosfery, jest para wodna.

egzystencji ludzkości, domagamy się od rządów potwierdzenia publicznego, że nie jest ich celem przygotowywanie światowego konfliktu i że będą dążyć konsekwentnie do pokojowej dysputy nad wszystkimi sprawami pomiędzy nimi”.

Pod apelem podpisało się jedenastu profesorów: Max Born, Percy Bridgman, Albert Einstein, Leopold Infeld, Frederic Joliot-Curie, H.J. Muller, Linus Pauling, Frank Powell, Józef Rotblat, Bertrand Russel i Hideki Yukawa. Organizacja Pugwash wraz z jej ówczesnym prezydentem Józefem Rotblatem otrzymała w 1995 r. pokojową Nagrodę Nobla.

Sz szczególnie silną świadomość konsekwencji użycia broni masowego rażenia mieli naukowcy niemieccy. 12 kwietnia 1957 r. osiemnastu czołowych niemieckich fizyków jądrowych z Republiki Federalnej Niemiec, znanych jako grupa Göttinger 18, wystosowało wobec rządu tego kraju manifest wyrażający sprzeciw wobec zaopatrzenia armii RFN w taktyczną broń atomową. Manifest podpisali m.in. Max Born, Otto Hahn, Werner Heisenberg, Max von Laue, Wolfgang Pauli, Fritz Strassmann i Carl Fridrich von Weizsacker.

Zagorzałym pacyfistą był także Albert Einstein, który stwierdził: „Powinno się walczyć

z wojną jako taką. Najbardziej skuteczną metodą walki będzie masowa i zorganizowana odmowa służby wojskowej”.

## ■ Rozszczepienie jądrowe jako źródło energii

Warto zauważyć, że energię rozszczepionego atomu można wykorzystać także w celach pokojowych. Jeszcze w ramach projektu Manhattan uruchomiono pierwszy reaktor jądrowy do produkcji energii elektrycznej.

Współcześnie właśnie w elektrowniach jądrowych wytwarza się energię w najwydajniejszy sposób. Są one również o wiele mniej szkodliwe dla środowiska niż elektrownie węglowe. Aby zasilać elektrownię atomową przez rok, potrzeba kilkudziesięciu ton paliwa uranowego. Jedna elektrownia węglowa zużyje w tym czasie kilka milionów ton węgla. Podobne są również proporcje produkowanych odpadów. Odpowiednio przechowywane wypalone paliwo jądrowe nie stanowi zagrożenia ani dla człowieka, ani dla środowiska. Natomiast wytwarzanie energii poprzez spalanie węgla ma wyjątkowo destrukcyjny wpływ na środowisko naturalne. Zanieczyszcza atmosferę pyłem, związkami siarki i azotu, a zwłaszcza dwutlenkiem



Ryc. 1.9. Zdjęcie satelitarne ukazujące zniszczenia na terenie elektrowni Fukushima I w 2011 r.

węgla, który jest gazem cieplarnianym. Hałdy, na których składa się m.in. popiół, z trudem poddają się rekultywacji. Warto też zwrócić uwagę, że radioaktywność popiołu powstałego ze spalania węgla jest większa niż średnia radioaktywność naturalna.

Duże niepokoje i obawy budzi możliwość awarii elektrowni jądrowej oraz ewentualne skutki takiego zdarzenia. Tragiczne konsekwencje miała katastrofa w Czarnobylu. Skażeniu uległ teren wokół elektrowni, a radioaktywny cez i jod przedostały się do atmosfery i dotarły aż do Szwecji. Liczba ofiar bezpośrednio związanych z katastrofą to ok. 40 osób, dalsze 100 zachorowało na silną chorobę popromienną (byli to pracownicy elektrowni i członkowie ekip ratowniczych). Szacuje się również, że wzrost zachorowalności na raka po wchłonięciu radioaktywnego jodu może dotyczyć ok. 4000 osób\*. Ze względu na brak danych dotyczących zachorowalności na raka wśród ludności z tego regionu przed katastrofą nie da się ocenić, czy ten wzrost był istotny statystycznie. Według najbardziej pesymistycznych

szacunków mógł dotyczyć 4% populacji najbardziej narażonej na promieniowanie. W odniesieniu do ogółu ludności zamieszkującej obszar Ukrainy, Rosji i Białorusi wzrost zachorowań na raka jest mniejszy niż 1% i mieści się w granicach błędu statystycznego.

Po katastrofie elektrowni Fukushima I w Japonii również nastąpiło skażenie środowiska naturalnego, ale tym razem nie było bezpośrednich ofiar. Szacuje się też, że wzrost zachorowalności na raka w wyniku tego zdarzenia będzie niezauważalny.

Awarie w elektrowniach jądrowych mogą mieć tragiczne skutki. Budzą tak duże obawy głównie dlatego, że zdarzają się niespodziewanie i, tak jak miało to miejsce w Czarnobylu, mogą powodować jednorazowo znaczne szkody. Pamiętajmy jednak, że elektrownie węglowe zatrują środowisko nieustannie.

Jak widać, konsekwencje odkrycia rozszczepienia atomu są bardzo rozległe. Na sposób wykorzystania tego zjawiska w praktyce złożyło się wiele czynników, które w dużej mierze były uzależnione od sytuacji politycznej na świecie. Dlatego trudno oceniać moralnie naukowców, którzy zbudowali bombę atomową. Niewątpliwie każdy z nich zdawał

\* Dane na podstawie raportu *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts*, IAEA, WHO, UNSCEAR, 2003–2005.

sobie sprawę z konsekwencji prowadzonych prac, i włączając się w prace zespołu Manhattan, dokonał mniej lub bardziej świadomego wyboru. Można jednak równie dobrze pomyśleć, że gdyby nie czas, w którym przyszło im podejmować te decyzje, to pokierowałyby swoimi wyborami zupełnie inaczej. Może zatem należałoby ocenić nie tyle naukowców i ich odkrycia, co raczej sposób wykorzystania zdobytej przez nich wiedzy.

## ■ Różne zastosowania tych samych wynalazków

Wiele wynalazków, które powstały z myślą o zastosowaniach militarnych, można oceniać negatywnie jako narzędzia zniszczenia. Spójrzmy jednak na mniej oczywiste przykłady, niezwiązane bezpośrednio z wojskowością, np. odkrycie elektryczności, fal radiowych, wynalezienie komputera i wiele innych, które odpowiadają za kształt świata, jaki znamy. Nie wyobrażamy sobie dziś życia bez telefonu komórkowego, telewizji, internetu, łączności satelitarnej. Ale te same narzędzia, które

tak bardzo ułatwiają nam życie, mogą zostać wykorzystane np. do gromadzenia informacji o każdym z nas. Internet może być bogatym źródłem wiedzy, ale i przyczyną uzależnienia. Mówi się, że informacja jest dziś najcenniejszym towarem i faktycznie – wiele wynalazków służy gromadzeniu, przetwarzaniu i opracowywaniu wszelkiego rodzaju danych. Banki i firmy gromadzą różnego rodzaju informacje o klientach. Takie dane można później wykorzystać np. do manipulacji ludźmi i nakłaniania ich do kupna towarów i usług, których w rzeczywistości nie potrzebują. Satelity pozwalają śledzić niemal każdy krok posiadacza telefonu komórkowego. Z drugiej strony – dzięki gromadzeniu danych można przewidzieć atak terrorystyczny i zapewnić bezpieczeństwo społeczeństwu.

Czy zatem tego typu działania są moralnie usprawiedliwione? Czy za niewłaściwe wykorzystanie wynalazków należy winić naukowców i ich odkrycia, dzięki którym te wynalazki mogły powstać? Te pytania wymagają głębszej refleksji...

## Podsumowanie

- Odkrycia naukowe same w sobie trudno oceniać pod względem moralnym. Ocenie takiej mogą podlegać co najwyżej wynalazki wykorzystujące odkrycia naukowe w praktyce.
- Nie można przewidzieć wszystkich skutków danego odkrycia naukowego.
- Ten sam wynalazek może zostać wykorzystany do różnych celów.

## Pytania i zadania

1. Korzystając z różnych źródeł, wymień czynniki, które miały znaczący wpływ na powstanie bomby atomowej oraz na wyścig zbrojeń.
2. Czy eksplozja w wyniku rozszczepienia jądra atomowego może mieć zastosowania, które przyniosłyby ludzkości korzyści? Odpowiedź uzasadnij.
3. Przygotuj w formie projektu analizę pozytywnych i negatywnych skutków wybranego odkrycia naukowego lub kilku odkryć naukowych.
4. Przygotuj metodą projektu prezentację pt. „Elektrownia jądrowa w Polsce – korzyści i zagrożenia”.