



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Świętokrzyska
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego

Kierunek studiów:
Inżynieria danych

Marzena Nowakowska

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

**POLSCY NAUKOWCY, ODKRYWCY
I WYNALAZCY**

opracowane w ramach realizacji Projektu
**„Dostosowanie kształcenia
w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb
współczesnej gospodarki”**
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Teoria heliocentryczna.....	3
3. Odkrycie adrenaliny i elektrycznej aktywności kory mózgowej	6
4. Promieniotwórczość.....	10
5. Fortepiany i technologia: innowacyjne rozwiązania pianisty	14
6. Sztuczna promieniotwórczość	17
7. Mezopotamia. Koło, które wprowadziło świat w ruch.....	21
8. Wielka Brytania. Parowy motor rewolucji przemysłowej	23
9. Szwecja. Wybuchający wynalazek o podwójnym obliczu	26
10. Stany Zjednoczone. Narodziny telewizji.....	27
11. Francja i Stany Zjednoczone. Technologia CRISPR.....	30
12. Literatura.....	32
13. Spis rysunków.....	34



Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>





1. Wstęp

Wynalazki i odkrycia mają znaczenie nie tylko w życiu człowieka, ale wpływają również na cały świat, również środowisko naturalne. Choć tworzone są z myślą o ludziach, ich skutki często sięgają znacznie dalej. Niektóre są zupełnie nowatorskimi pomysłami, inne wymagają wykorzystania istniejących pomysłów w celu rozwiązania nowych problemów. Pozwalają poznać i opanować różne zjawiska, przyczynić się do polepszenia zdrowia i ratowania życia, zwiększają komfort i bezpieczeństwo, rozwiązać problemy codziennego życia, poszerzyć wiedzę o świecie, wszechświecie i samym człowieku. Są również takie, które zaspokajają potrzebę rozrywki i sprawdzenia w ekstremalnych sytuacjach. Wynalazki i odkrycia implikują postęp nauki i technologii, prowadząc do stałego rozwoju cywilizacji oraz poprawy warunków życia.

Bycie wynalazcą lub odkrywcą to nie tylko pomysł. Potrzebne są fundusze na rozpowszechnienie swojego rozwiązania; wydrukować się pieniądze własne lub cudze (uzyskując wsparcie zewnętrzne). By rozwijać swoje koncepcje trzeba mieć wizję, umieć trafić w odpowiedni czas i podejmować ryzyko. Wiele ważnych wynalazków i odkryć jest bardzo osobistych. Człowiek dąży do tego, aby poprawić ludzkie życie albo chce, aby inni ludzie nie musieli cierpieć tak samo jak on sam. Wielcy badacze są gotowi podejmować ryzyko, łącznie z narażaniem własnego zdrowia i życia. Umieją myśleć i działać z rozmachem. Są przekonani do swoich pomysłów, nawet jeżeli inni uważają je za wariactwo.

Celem niniejszego opracowania jest poszerzenie wiedzy studentów o wybranych polskich naukowcach, odkrywcach i wynalazcach, których sylwetki nie zostały uwzględnione w programie wykładu z przedmiotu „Polscy naukowcy, odkrywcy i wynalazcy”. Dodatkowo zaprezentowano niektóre innowacyjne osiągnięcia badaczy z zagranicy wraz z krótką charakterystyką ich autorów, co stanowi uzupełnienie wiedzy o wybranych aspektach światowej myśli innowacyjnej. Przedstawiony wybór ma charakter subiektywny i nie wyczerpuje tematu. Opracowanie to stanowi jednocześnie zachętę do dalszego zgłębiania zagadnienia w nadziei, że niektóre z opisanych historii zainspirują młodych ludzi do własnych poszukiwań i rozwoju.

2. Teoria heliocentryczna

W średniowiecznym Toruniu, 19 lutego 1473, na świat przyszedł chłopiec, którego imię na zawsze zapisało się w historii nauki. Mikołaj Kopernik był człowiekiem wielu talentów; matematykiem, prawnikiem, lekarzem i duchownym. Jednak jego pasją do



astronomii sprawiła, że stał się jednym z najwybitniejszych myślicieli w dziejach ludzkości.

[Tekst alternatywny. Dwa kolorowe portrety Mikołaja Kopernika. Z lewej strony rekonstrukcja twarzy przedstawiająca starszego mężczyznę z rzadkimi krótkimi, siwymi włosami, blisko osadzonymi oczami, dużym nosem i wydatną żuchwą. Z lewej strony – klasyczny wizerunek; przedstawiający mężczyznę w średnim wieku z ciemnymi włosami do ramion, grzywką, wydatnym nosem i zaznaczoną żuchwą.]



Rys. 1. Porównanie rekonstrukcji twarzy z portretem Mikołaja Kopernika

Źródło: Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji pobrane z: <https://clkp.policja.pl/clk/badania-i-projekty/ciekawe-badania/172502,Czy-tak-wygladal-Mikolaj-Kopernik.html>

Ojcem Mikołaja był kupiec krakowski o tym samym imieniu, który w związku z prowadzonymi interesami przeniósł się do Torunia. Zmarł, gdy chłopiec miał 10 lat. Matka, Barbara z domu Watzenrode, pochodziła z zamożnej rodziny mieszczańskiej związanej z Toruniem.

Po śmierci ojca opiekę nad chłopcem przejął jego wuj, wykształcony biskup warmiński, Łukasz Watzenrode. Dzięki jego protekcji oraz wsparciu finansowemu, Kopernik mógł zdobyć gruntowne wykształcenie. W roku 1491 został wysłany do Krakowa i na wydziale sztuk wyzwolonych Akademii Krakowskiej studiował do 1495 roku. Później kontynuował studia na uczelniach włoskich, w Bolonii i Ferrarze – prawo, w Padwie – medycynę. Edukację tę ukończył 1503. We Włoszech rozpoczął pierwsze samodzielne badania i obserwacje astronomiczne. Po powrocie do Polski osiedlił się w Lidzbarku Warmińskim, pomagając swojemu wujowi w obowiązkach biskupich. Odmówił jednak przyjęcia święceń kapłańskich i przeniósł się do Fromborka, gdzie skoncentrował się na opracowaniu teorii heliocentrycznej.



W czasach Kopernika ludzie wierzyli, że Ziemia jest płaską tarczą stanowiącą centrum wszechświata. Według ówczesnego, średniowiecznego, modelu budowy świata wszelkie ciała niebieskie – Słońce, Księżyc, gwiazdy i planety – krążą wokół Ziemi. Autorem tej powszechnej teorii geocentrycznej był wielki filozof starożytności Ptolemeusz. Jednak Mikołaj Kopernik, dociekliwy obserwator nieba, nie mógł pogodzić się z tą wizją.

Po wielu latach badań, obserwacji i analiz, Kopernik zaproponował teorię, która wstrząsnęła fundamentami ówczesnego postrzegania świata. W swojej pracy „O obrotach sfer niebieskich” („De revolutionibus orbium coelestium”) zaprezentował nową koncepcję – dziś znaną jako teoria heliocentryczna lub heliocentryzm. Zgodnie z tą teorią to Słońce, a nie Ziemia, znajduje się w centrum wszechświata, a wszystkie planety, w tym Ziemia, krążą wokół niego. Dzieło ukazało się drukiem w Norymberdze dopiero w marcu 1543, dwa miesiące przed śmiercią autora. Było gotowe 10 lat wcześniej, ale badacz wstrzymał się z jego publikacją, przewidując nieprzychylną reakcję władz kościelnych. Niestety, jego obawy okazały się słuszne; wkrótce po wydaniu dzieła trafiło na Indeks Ksiąg Zakazanych – listę książek, które Kościół katolicki uznawał za niezgodne z Jego nauką lub niebezpieczne dla wiernych. Dzieło Kopernika zostało wykreślone z listy dopiero w 1828 roku. Ta odważna i rewolucyjna teoria nie tylko wywróciła do góry nogami dotychczasowe rozumienie wszechświata, ale także otworzyła drogę do dalszych odkryć, które zmieniły bieg historii nauki. Kopernik stał się bohaterem rewolucji naukowej oraz symbolem odważnego dążenia do prawdy, niezależnie od tego, jak trudna i kontrowersyjna mogłaby ona być.

Kopernik był nie tylko pełnym pasji astronomem. Był również matematykiem, lekarzem, prawnikiem i ekonomistą. Sformułował teorię znaną obecnie jako prawo Kopernika-Greshama; obaj ekonomiści żyli w dwóch różnych okresach historycznych i różnych etapach rozwoju monetarnego. Kopernik zauważył, że jeżeli w obiegu znajdują się dwa rodzaje pieniądza (monety) i jeden z nich będzie postrzegany jako lepszy (zawierający więcej metalu szlachetnego), to gorszy pieniądz będzie wypierać lepszy; w obiegu pozostaną gorsze monety a te o wyższej wartości będą gromadzone. W 1522 roku Kopernik publicznie wygłosił swoje wnioski na zjeździe stanów Prus Królewskich w Grudziądzu, a swoje prawo sformułował w traktacie „O bicu monety” („Monetae cudendae ratio”) w 1526 roku.

Mikołaj Kopernik zmarł 24 maja 1543 roku we Fromborku. Był sparaliżowany i pozbawiony mowy wskutek wylewu krwi do mózgu, którego doznał rok wcześniej. Długo nie można było zidentyfikować miejsca jego pochówku; szczątki zostały odnalezione i zidentyfikowane na podstawie badań DNA dopiero w 2005 roku w katedrze we Fromborku. Powtórny pogrzeb wielkiego astronoma odbył się we Fromborku 22 maja 2010 roku; uczony spoczywa w tej samej katedrze. Nad





miejszem pochówku wznosi się ponad trzymetrowy nagrobek przedstawiający model Układu Słonecznego.

[Tekst alternatywny. Kolorowe zdjęcie przedstawia nagrobek Mikołaja Kopernika w formie konstrukcji z czarnego granitu wkomponowanej w filar przy ołtarzu. Jej rzeczywiste wymiary: wysokość 3,8 m i szerokość 80 cm. Na nagrobku umieszczono mosiężne przedstawienie Słońca i planet. Na płycie jest widoczny wyryty portret astronoma oraz inskrypcja z jego imieniem, nazwiskiem oraz datami urodzin i śmierci – w języku polskim i łacińskim.]



Rys. 2. XXI-wieczny grób Mikołaja Kopernika w katedrze fromborskiej

Źródło: Wikipedia / Holger Weindandt; pobrane z: <https://dziennikelblaski.pl/987993,Jak-odnaleziono-grob-Mikolaja-Kopernika-Tajemnica-wyjasniona-po-latach.html>

3. Odkrycie adrenaliny i elektrycznej aktywności kory mózgowej

Napoleon Cybulski to wybitny polski fizjolog i lekarz. Pionier elektroencefalografii i endokrynologii oraz dociekliwy badacz ludzkiego układu nerwowego i hormonalnego. Był profesorem Uniwersytetu Jagiellońskiego, trzykrotnie nominowanym do Nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny.

[Tekst alternatywny. Czarno-białe zdjęcie portretowe Napoleona Cybulskiego. Uczony ubrany jest w garnitur z kamizelką i krawatem. Ma okulary, wąsy i brodę.



Siedzi w pozycji półbocznej, prawą stroną ciała zwrócony do obiektywu. Ma spokojny wyraz twarzy; lewą ręką podpira podbródek.]



Rys. 3. Napoleon Cybulski

Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe; pobrane z: <https://www.szukajwarchiwach.gov.pl/wyszukiwarka>

Napoleon Cybulski urodził się 14 września 1854 roku w Krzywonosach (ówczesna Rosja, dzisiejsza Białoruś) w rodzinie ziemiańskiej wywodzącej się z Mazowsza. Jego ojciec, Józef Napoleon, zarządzał skromnym majątkiem ziemskim. Matka, Marcjanna Hutorowicz, zajmowała się domem. Skończył z wyróżnieniem gimnazjum w Mińsku. Po maturze, w 1875 roku rozpoczął studia lekarskie w Akademii Wojskowo-Medycznej w Petersburgu. Szybko zwrócił uwagę środowiska naukowego jako zdolny, pracowity i dociekliwy badacz; już od drugiego roku studiów pracował jako asystent w Katedrze i Zakładzie Fizjologii. Dyplom lekarza otrzymał Cybulski *cum eximia laude* (z wyjątkową pochwałą) w 1880 r.

W 1882 złożył wstępny egzamin na stopień doktora medycyny. W tym czasie pracował nad zagadnieniem prędkości przepływu i ciśnienia krwi. Wynałazł wtedy urządzenie, nazwane przez niego fotohemotachometrem, dzięki któremu zarejestrował i opisał prędkość linearnego przepływu krwi w tętnicach szyjnej i udowej. Cybulski zastosował w swoim rozwiązaniu rurki Pitota, przyrządy do pomiaru ciśnienia całkowitego przy przepływie płynów, oraz aparat fotograficzny na specjalnej podstawie. Dzięki temu było możliwe rejestrowanie z dużą dokładnością zmian prędkości przepływu krwi w tętnicach i żyłach w każdej z faz czynności serca. Graficzny zapis przebiegu całego pomiaru na bieżąco uzyskano stosując fotografowanie. Wyniki badań, w których wykorzystał swoje urządzenie, opublikował oraz przedstawił w pracy doktorskiej „Badania nad prędkością ruchu krwi za pomocą fotohemotachometru”. Obronił ją w 1885 roku, kończąc studia doktorskie ze złotym



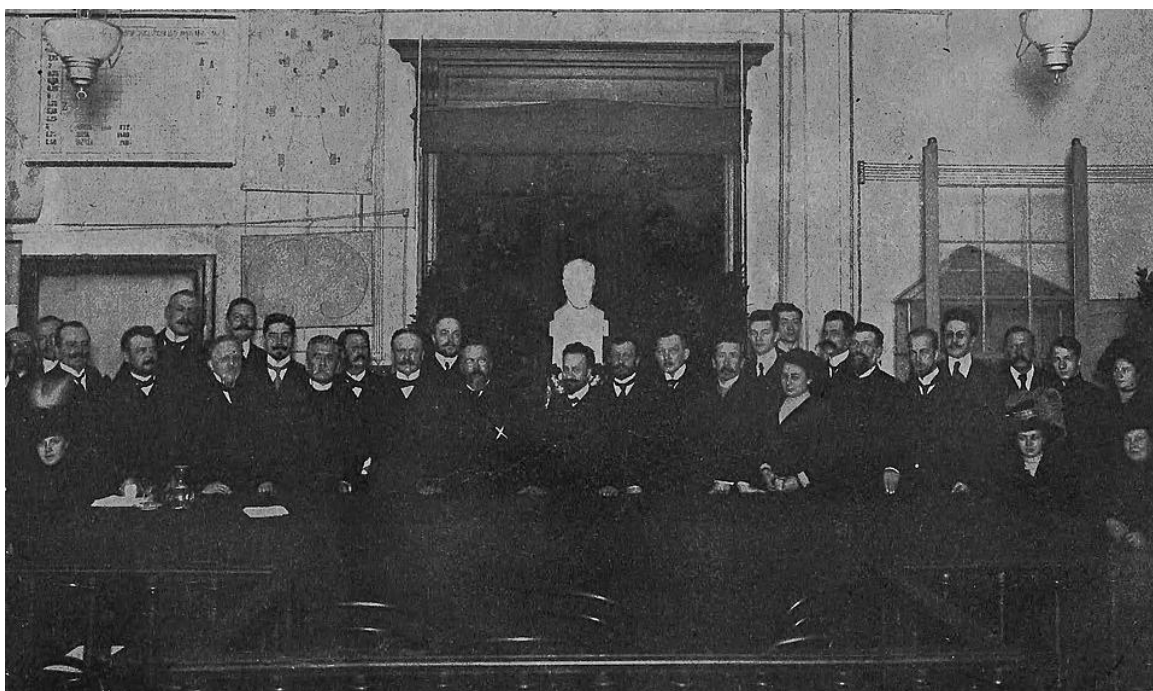


medalem. Wynalazek fotohemotachometru zapewnił mu rozgłos i szacunek w środowisku fizjologów a zaproponowane w nim rozwiązania zostały wykorzystane do budowy innych urządzeń stosowanych w badaniach medycznych. W tym samym roku (jeszcze przed obroną doktoratu) objął kierownictwo Katedry Fizjologii na Uniwersytecie Jagiellońskim. To był początek największej szkoły fizjologicznej na ziemiach polskich, która miała odegrać znaczącą rolę w historii medycyny. Cybulski pracował na Uniwersytecie do końca życia; pełnił tam funkcje dziekana Wydziału Lekarskiego, prorektora i rektora.

W 1895 roku Cybulski i jego uczeń, Władysław Szymonowicz (późniejszy profesor histologii i embriologii na Uniwersytecie Jagiellońskim), wykazali, że rdzeń nadnerczy odgrywa kluczową rolę w wydzielaniu wewnątrzustrojowym. Eksperymenty na zwierzętach dowiodły wpływu wyciągu z nadnerczy na układ nerwowy i krwionośny oraz znaczenia nadnerczy dla stabilności organizmu. Cybulski udowodnił też, że substancja czynna z nadnerczy trafia do krwi i działa ogólnoustrojowo, uruchamiając konkretne procesy fizjologiczne. Nazwał ją suprareniną (nadnerczyną). W rzeczywistości obaj naukowcy odkryli katecholaminy: dopaminę (aktywuje układ nagrody, wpływa na koordynację ruchową, reguluje nastrój, wspiera uczenie się i koncentrację) i noradrenalinę (podnosi tętno i ciśnienie krwi, zwiększa przepływ krwi do mięśni, rozszerza źrenice, podnosi poziom glukozy we krwi). Badania Cybulskiego i Szymonowicza zbiegły się w czasie z pracami Brytyjczyków George'a Olivera i Edwarda Sharpey-Schäfera, którzy uzyskali podobne wyniki. Po zapoznaniu się z polskimi odkryciami, dodali oni do swojej publikacji uzupełnienie, podkreślając znaczenie prac Polaków. Mimo to, w literaturze światowej za odkrywców adrenaliny najczęściej uznaje się tylko Brytyjczyków. Cybulski był również pionierem elektrokardiografii w Polsce. Od 1910 roku, sam i z Marianem Eigerem (późniejszym profesorem uniwersytetu w Wilnie), badał elektryczną aktywność serca i interpretację EKG, rozważając też chemiczne podłoże tych zjawisk. W przełomowych pracach z 1913 roku wykazał, że przewodzenie impulsów nerwowych wynika z procesów chemicznych. Był także prekursorem badań nad hipnotyzmem, a jego teorie z 1887 roku wyprzedzały niektóre idee Freuda o nieświadomości.

[Tekst alternatywny. Czarno-białe pozowane zdjęcie zbiorowe wykonane w przestronnym reprezentacyjnym pomieszczeniu. Przedstawia 29 osób, głównie mężczyzn, ubranych elegancko, stosownie do uroczystości. W centralnej części zdjęcia znajduje się Napoleon Cybulski, oznaczony krzyżykiem.]





Rys. 4. Jubileusz Napoleona Cybulskiego w Krakowie, 1910 rok

Źródło: Domena publiczna; pobrane z:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jubileusz_Napoleona_Cybulskiego_\(1910\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jubileusz_Napoleona_Cybulskiego_(1910).jpg)

Uczony był trzykrotnie nominowany do Nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny, jednak w każdym przypadku nagroda trafiła do innych uczonych:

- w 1911 – laureatem zastał Szwed Allvar Gullstrand za badania nad dioptryką oka,
- w 1914 – nagrodę otrzymał Węgier Robert Bárány za prace nad fizjologią i patologią układu przedsionkowego,
- w 1918 – w okresie 1915-1918 nagrody nie przyznano z powodu zawirowań wywołanych I wojną światową.

Cybulski poświęcał się nie tylko pracy naukowej, ale angażował się również społecznie. Był ważną postacią dla feminizmu – wspierał edukację kobiet, współtworzył pierwsze krakowskie gimnazjum żeńskie (1891) i jako jeden z pierwszych dopuścił kobiety do studiów medycznych.

Zmarł nagle 26 kwietnia 1919 roku na udar mózgu, w gabinecie, w którym pracował, na Uniwersytecie Jagiellońskim. Za swoje osiągnięcia został pośmiertnie oznaczony Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski (11 listopada 1936 roku). Pochowano go w grobie rodzinnym na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie.



4. Promieniotwórczość

Maria Skłodowska-Curie była wybitną uczoną, która na trwałe zapisała się w historii nauki. Jako pierwsza kobieta uzyskała licencjat z matematyki i nauk fizycznych na Sorbonie, a później została pierwszą profesorką tej prestiżowej uczelni. Należy do elitarnego grona zaledwie czterech osób na świecie, które dwukrotnie otrzymały Nagrodę Nobla. Jest również pierwszą i jedyną kobietą oraz jedyną osobą spoza Francji, która spoczęła w paryskim Panteonie z honorami należnymi najwybitniejszym obywatelom kraju.

W Warszawie, 7 listopada 1867 roku w domu przy ulicy Freta 16 Bronisława Skłodowska, z domu Boguska, wydała na świat swoje piąte i najmłodsze dziecko. Dziewczyńce na chrzcie nadano imię Maria Salomea. Jej ojcem był Władysław Skłodowski. Jak Maria wspominała później w swojej autobiografii, oboje rodzice wywodzili się z drobnej szlachty, ceniącej edukację i wartości intelektualne. Matka przyszłej uczoney była dyrektorką prywatnej szkoły dla dziewcząt a ojciec nauczycielem matematyki i fizyki oraz dyrektorem kolejno dwóch gimnazjów męskich.

Szczególną rolę w ukształtowaniu rodzinnego szacunku dla nauki odegrał dziadek Marii ze strony ojca – Józef Skłodowski. To on zapoczątkował tradycję kształcenia się i pracy umysłowej w rodzinie. Dzięki jego wpływowi dom Skłodowskich wypełniała atmosfera sprzyjająca nauce, refleksji i samorozwojowi. W takim środowisku wzrastały dzieci Bronisławy i Władysława – cztery córki: Zofia, Józefa, Bronisława i Maria oraz syn Józef – zachęcane do zdobywania wiedzy i rozwijania pasji. Wszystkie dzieci w rodzinie Skłodowskich były bystre i wyróżniały się w nauce, jednak to Mania (jak była pieszczotliwie nazywana w domu) była najbardziej uzdolniona. W 1876 roku rodzinę spotkała wielka tragedia; zmarła Zofia, mając zaledwie 14 lat. Matka, już wówczas chora na gruźlicę, ciężko zniosła śmierć najstarszego dziecka. Zmarła na gruźlicę dwa lata później, w 1878 roku. Ojciec z trudem utrzymywał z jednej pensji pięcioosobową rodzinę.

Maria Skłodowska ukończyła żeńskie gimnazjum w Warszawie w 1883 roku, otrzymując złoty medal za wybitne wyniki w nauce. Mimo ogromnych ambicji i talentu, nie mogła kontynuować edukacji na poziomie uniwersyteckim, ponieważ w zaborze rosyjskim kobiety miały bardzo ograniczony dostęp do szkolnictwa wyższego. Aby zdobyć wyższe wykształcenie, wiele Polek decydowało się na studia za granicą, m.in. w Szwajcarii, Francji czy Belgii. Taki plan ułożyła również Maria. Jednak ze względu na trudną sytuację finansową rodziny, dwie siostry Skłodowskie podjęły wspólną decyzję: najpierw starsza – Bronisława – wyjedzie do Paryża, by studiować medycynę, a Maria będzie ją wspierać finansowo, pracując jako guwernantka. W przyszłości Bronia, jako lekarz, miała odwdziżyć się Marii,



umożliwiając jej studia za granicą. Umowa została dotrzymana. W 1891 Maria wyjechała do Paryża i podjęła studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Sorbony, które ukończyła w 1895 otrzymując licencjat z nauk fizycznych z oceną „bardzo dobrze” oraz matematycznych z oceną „dość dobrze”.

W marcu 1894 roku poznała Piotra Curie. Nie planowała wychodzić za mąż. Jednak usilne starania Piotra spowodowały, że zmieniła zdanie. Para pobrała się rok później; panna młoda miała wówczas 28 lat a pan młody 36. Maria przyjęła obywatelstwo francuskie i zmieniła nazwisko na Skłodowska-Curie zachowując w nim polską część. Zamieszkali w Paryżu i rozpoczęli pionierskie badania nad niewidzialnym promieniowaniem. Mieli dwie córki: Irenę, urodzoną w 1897 oraz Ewę urodzoną w 1904.

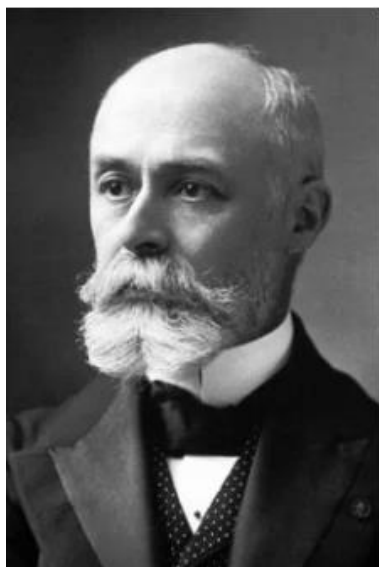
Odkrycie w 1895 roku promieni X przez Wilhelma Roentgena tak zafascynowało świat nauki, że uczeni zajmujący się fizyką rozpoczęli badania tego zjawiska. Wśród nich był Francuz Henryk Becquerel. W swoich eksperymentach odkrył, że uran wysyła osobiwe promieniowanie, które zaczerniało klisze owinięte w gruby nieprzepuszczający światła papier, niemające związku z promieniami rentgenowskimi. Becquerel sądził, że wyzwolone samoistnie promieniowanie ma jakiś związek z fluorescencją charakteryzującą się długą żywotnością. Opublikował serię artykułów naukowych poświęconych odkrytym przez siebie promieniom. Jednak nie wzbudziły one zainteresowania środowiska naukowego. W końcu sam Becquerel porzucił swoje eksperymenty uznając, że wyczerpał temat. Nikt z wyjątkiem Piotra Curie nie zainteresował się kontynuacją tych badań. Namówił on żonę, aby poświęciła im swój doktorat. Chętnie pomagał Mari w jej pracy, udostępniając swoje uczelniane laboratorium i jego wyposażenie. Małżeństwo badało różne związki w poszukiwaniu nowoodkrytej właściwości, którą Maria jako pierwsza nazwała promieniotwórczością (radioaktywnością). Za pomocą operacji chemicznych rozdzielali składniki smółki uranowej, stwierdzając w niektórych jej frakcjach koncentrowanie się substancji stanowiącej źródło promieniowania. Doszli do wniosku, że muszą tam występować dwa różne pierwiastki. W lipcu 1898 roku ogłosili odkrycie jednego z nich i nadali mu nazwę polon na cześć nieistniejącej wtedy na mapach ojczyzny Marii. W grudniu 1898 roku małżeństwo wydało komunikat o odkryciu w smółce uranowej drugiego pierwiastka, który nazwali radem, od łacińskiego słowa „radius” – promień. Ani Becquerelowi ani państwu Curie nie przyszło do głowy, że promieniotwórczość poza powierzchniowymi oparzeniami może wywołać poważniejsze szkody w organizmie, doprowadzając nawet do śmierci, mimo że wskazywały na to objawy zaobserwowane u zwierząt i ludzi. Maria Skłodowska-Curie w 1903 roku skończyła doktorat i przystąpiła do jego obrony na Sorbonie. Tytuł rozprawy doktorskiej brzmiał: „Badania nad substancjami promieniotwórczymi”. Jej praca doktorska była przełomowa – opierała się na jej





własnych odkryciach, w tym wyizolowaniu nowych pierwiastków: polonu i radu. Była to jedna z pierwszych rozpraw naukowych w historii poświęconych zjawisku promieniotwórczości. W tym samym roku za prace nad pierwiastkami promieniotwórczymi Maria i Piotr Curie wspólnie z Henrykiem Becquerelem otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki w podziale: 1/4, 1/4 i 1/2. W uzasadnieniu nagrody dla małżonków Curie podano: „W uznaniu niezwykłych zasług, jakie oddali wspólnymi badaniami nad zjawiskami promieniowania odkrytymi przez profesora Henriego Becquerela”.

[Tekst alternatywny. Zestaw trzech czarno-białych portretów przedstawiających laureatów Nagrody Nobla z fizyki z 1903 roku. Na pierwszym zdjęciu Henri Becquerel – mężczyzna w wieku około 50 lat, z siwymi wąsami i brodą, z charakterystyczną łysiną na środku głowy sięgającą czoła. Ubrany w ciemny garnitur, kamizelkę i białą koszulę, patrzy lekko w lewo. Na drugim zdjęciu Piotr Curie – mężczyzna nieco ponad 40-letni, krótko ostrzyżony, z brodą i wąsami, również ubrany w garnitur. Przedstawiony w prawym profilu. Na trzecim zdjęciu Maria Skłodowska-Curie – kobieta w wieku 30-35 lat, w prawym profilu, z włosami upiętymi w kok. Ubrana w elegancką suknię z białymi lamówkami. Wszystkie postaci sprawiają wrażenie skupionych i poważnych.]



Rys. 5. Henryk Becquerel oraz Piotr i Marie Curie – laureaci nagrody Nobla z fizyki w roku 1903

Źródło: the Nobel Foundation archive; pobrane z:
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/>





W 1906 r. życie Marii zostało naznaczone tragedią, gdy Pierre Curie zginął w wypadku ulicznym, pod kołami wozu konnego. Nie przerwała jednak pracy. Zajęła miejsce swojego zmarłego męża jako profesor fizyki ogólnej na Wydziale Nauk w katedrze Fizyki Ogólnej i Radioaktywności będąc pierwszą kobietą profesorem na Sorbonie. Została również mianowana dyrektorem Laboratorium Curie w Instytucie Radowym Uniwersytetu Paryskiego, założonym w 1914 r. Drugą Nagrodę Nobla Maria otrzymała w 1911 roku w dziedzinie chemii: „W uznaniu jej zasług dla rozwoju chemii, poprzez odkrycie pierwiastków radu i polonu, wyizolowanie radu oraz badanie właściwości i związków tego niezwykłego pierwiastka”.

[Tekst alternatywny. Dwie cyfrowe ilustracje obok siebie wygenerowane przez sztuczną inteligencję. Po lewej stronie znajduje się polon – ukazany jako nieregularny, srebrzystoszary kawałek metalu o lekko chropowatej strukturze. Nad nim widnieje napis „Polon” oraz liczba atomowa 84, a poniżej symbol chemiczny „Po”. Po prawej stronie przedstawiono rad – jako gładki, srebrzystobiały metal w kształcie otoczaka. Nad nim umieszczono nazwę „Rad” i liczbę atomową 88, a pod nim symbol „Ra”. Oba pierwiastki otoczone są subtelnym niebiesko-zielonym blaskiem, z wyraźnie silniejszą poświatą wokół radu. Całość osadzona jest na ciemnym, niebiesko-zielonym tle, które podkreśla promieniotwórczy charakter obu substancji.]



Rys. 6. Wyobrażenie polonu i radu. Polon – srebrzystoszary metal bardzo rzadki i silnie promieniotwórczy, czasem zwany półmetalem. Rad – srebrzystobiały metal ziem alkalicznych także silnie radioaktywny. Oba pierwiastki świecą niebiesko-zielonym blaskiem, przy czym polon słabiej

Źródło: wygenerowane za pomocą sztucznej inteligencji (chatgpt.com)

W czasie I wojny światowej Maria stworzyła mobilne jednostki rentgenowskie, które umożliwiały diagnostykę radiologiczną rannych żołnierzy. Nazywano je „małymi



Curie”. Irena, starsza córka Marii, pomagała matce, pracując przy obsłudze aparatów rentgenowskich. Po zakończeniu wojny uczona kontynuowała swoją działalność badawczą w Instytucie Radowym w Paryżu, prowadząc badania nad promieniotwórczością i leczeniem raka. Aktywnie wspierała edukację, szczególnie kobiet, oraz angażowała się w międzynarodową współpracę naukową. W 1921 roku odwiedziła USA, gdzie otrzymała gram radu do badań dzięki zbiorce zorganizowanej przez amerykańskie kobiety.

Maria Skłodowska-Curie zmarła 4 lipca 1934 roku w sanatorium w Passy we Francji. Przyczyną jej śmierci była anemia aplastyczna – choroba szpiku kostnego, która najprawdopodobniej była skutkiem wieloletniego narażenia na promieniowanie. W czasach, gdy prowadziła swoje badania, nie znano jeszcze zagrożeń związanych z promieniotwórczością, dlatego często pracowała bez żadnych zabezpieczeń. Jej praca i poświęcenie nauce miały ogromny wpływ na rozwój fizyki, chemii i medycyny.

5. Fortepiany i technologia: innowacyjne rozwiązania pianisty

Józef Hoffmann był jednym z najwybitniejszych pianistów swoich czasów, jednocześnie jedną z najważniejszych postaci w historii polskich wynalazków i osiągnięć technologicznych. Rozsławiony na świecie, w Polsce niemal zupełnie zapomniany. Jako wynalazca, Hofmann zasłynął przede wszystkim dzięki rewolucyjnym rozwiązaniom w dziedzinie instrumentów muzycznych, w szczególności fortepianów.

Józef Hofmann urodził się 20 stycznia 1876 roku w Krakowie. Jego ojcem był Kazimierz Hofmann, znany pianista, kompozytor i dyrygent, a matką Matylda Pindelska, śpiewaczka. Józef już od najmłodszych lat przejawiał wybitne zdolności muzyczne. Naukę gry na fortepianie rozpoczął w wieku 3 lat; początkowo pod opieką starszej siostry Wandy, później ciotki, aż w końcu ojca. Rodzina miała duży wpływ na kształtowanie się kariery muzycznej Józefa. Jego ojciec i inni nauczyciele inspirowali go do nauki i kariery muzycznej. Był dzieckiem-geniuszem. W wieku ośmiu lat występował na warszawskich scenach. Niespełna dziesięcioletni chłopiec wystąpił 6 stycznia 1886 roku w Warszawie grając Koncert d-moll Mozarta pod batutą ojca, zachwycając słuchaczy. Wkrótce potem dawał koncerty przed publicznością europejską i amerykańską.

[Tekst alternatywny. Czarno-białe zdjęcie portretowe około 60 letniego Józefa Hofmanna w garniturze i krawacie, siedzącego przodem do obiektywu, krótko ostrzyżony, bez zarostu; wyraz twarzy spokojny.]





Rys. 7. Józef Hofmann

Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe, pobrane z <https://www.szukajwarchiwach.gov.pl/wyszukiwarka>

Oszałamiająca kariera nastolatka została przerwana, gdy okazało się, że nadmiernie eksploatuje swój organizm, dając 52 koncerty w dziesięć tygodni. Otrzymał wysokie stypendium od sponsora z zastrzeżeniem, że nie będzie występował publicznie do osiemnastego roku życia. Dzięki temu mógł rozpocząć intensywną edukację muzyczną; kształcił się m.in. u Artura Rubinsteina. W 1894 roku w Hamburgu zdobył I nagrodę w konkursie imienia Artura Rubinsteina. Ten sukces zaowocował dalszym doskonałym rozwojem jego kariery muzycznej. Od roku 1924 kierował Wydziałem Fortepianu nowopowstałego Curtis Institute of Music w Filadelfii, elitarnego konserwatorium dla utalentowanej młodzieży. Obywatelstwo amerykańskie uzyskał w 1926, a rok później został dyrektorem całego instytutu. W 1937 roku Hofmann dał koncert w Metropolitan Opera, a jego popis został uznany za jeden z najsłynniejszych koncertów stulecia.

Genialne zdolności Hofmanna nie kończyły się na samym graniu. Uwielbiał matematykę i technikę, więc w przerwach od grania wymyślał coraz to nowsze rozwiązania techniczne. Niektóre z nich były związane z uprawianym zawodem. Źródła podają, że opatentował ponad 70 wynalazków. Przypuszcza się, że pierwszy z nich był odpowiedzią na jego potrzeby – jako chłopiec miał problemy z dosięgnięciem do pedałów fortepianu, więc wymyślił przedłużacze do nich. Opatentował także urządzenie do pomiaru siły nacisku palców pianisty, taborety do fortepianów o regulowanej wysokości siedziska. Dzięki rozmowie z Hoffmanem na temat urządzenia do zapisu dźwięku Thomas Edison udoskonalił swój fonograf i przesłał jeden z egzemplarzy polskiemu pianiście. Józef Hofmann nie ograniczał się tylko do pracy w pojedynkę. Pracował również jako konsultant techniczny dla wiodących producentów fortepianów i pianin, takich jak Steinway & Sons. Jego



doświadczenie, talent i pasja sprawiły, że stał się doradcą w kwestii budowy tych instrumentów, pomagając w kształtowaniu ich brzmienia i jakości.

[Tekst alternatywny. Czarno-białe, perspektywiczne zdjęcie przedstawiające koncert Józefa Hoffmana w sali koncertowej Metropolitan Opera House. Ujęcie wykonane ze sceny, z widokiem na widownię. U dołu zdjęcia widoczne są stojaki z nutami należące do orkiestry oraz czarny fortepian stojącego w centralnej części sceny. Przy instrumencie siedzi pianista – Józef Hoffman. W tle rozpościera się ogromna, jasno oświetlona widownia. Wszystkie miejsca widowni: na parterze, cztery poziomy łóż i piąty, najwyższy poziom – tzw. jaskółka, są zajęte. Cała sala robi imponujące wrażenie przestrzenią i rozmachem.]



Rys. 8. Sala Metropolitan Opera House podczas koncertu Józefa Hofmanna, 28 listopada 1937.

Źródło: domena publiczna; pobrane z: <https://polskaswiatu.pl/jozef-hoffmann/>

Hofmann był pasjonatem motoryzacji i wiele jego opatentowanych rozwiązań dotyczyło tej właśnie dziedziny. Pierwszy na świecie patent dotyczący wycieraczek samochodowych zarejestrowano w USA w 1903 roku. Jednak to Józef Hofmann w 1911 opracował ich nową i udoskonaloną wersję – skuteczniejszą i wygodniejszą w użytkowaniu. Podobno inspirował się pracą metronomu. Wynalazek ten zyskał uznanie w zakładach Forda, gdzie rozpoczęto jego masową produkcję. Hoffman wymyślił również zderzaki sprężynowe i pneumatyczne amortyzatory, które poprawiały bezpieczeństwo i komfort jazdy. Przypisuje mu się także stworzenie spinacza do papieru, rzekomo inspirowanego kluczem wiolinowym – miał pomagać w porządkowaniu kartek z nutami. Jednak, podobnie jak w przypadku wycieraczek, patenty na tego typu rozwiązania pojawiły się wcześniej, w różnych wariantach.



Hofmann opracował system drogowych map taśmowych o zmiennej skali, który automatycznie dostosowywał prędkość przesuwu mapy do prędkości pojazdu. Mechanizm samoczynnie zmieniał tempo przewijania mapy przy przejściu między skalami, umożliwiając płynne korzystanie z niej zarówno w ruchu miejskim, jak i podczas jazdy między miastami. Ten pomysł można uznać za pierwowzór dzisiejszych systemów nawigacji GPS, z których codziennie korzystają miliony kierowców na całym świecie.

Józef Hofmann zakończył karierę pianisty w wieku 70 lat. Potem zajmował się matematyką, fizyką i chemią oraz udoskonaleniem metod nagrywania muzyki. Został odznaczony Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski (11 listopada 1934 roku). Zmarł 16 lutego 1957 roku w Los Angeles. Jest pochowany na cmentarzu Forest Lawn Memorial Park w tym samym mieście.

6. Sztuczna promieniotwórczość

Irena Joliot-Curie miała pochodzenie polsko-francuskie. Jej matką była Maria Skłodowska-Curie – dwukrotna laureatka Nagrody Nobla i dumna Polka, a ojcem – francuski fizyk i również noblista, Piotr Curie. Poślubiła Fryderyka Joliot, a wkrótce po ślubie oboje, pragnąc uczcić naukowe dziedzictwo rodziców Ireny, przyjęli nazwisko Joliot-Curie. Małżonkowie razem prowadzili badania nad promieniotwórczością i reakcjami jądrowymi, za które zostali uhonorowani wspólną Nagrodą Nobla w dziedzinie chemii.

Irena Joliot-Curie urodziła się 12 września 1897 roku w Paryżu jako starsza córka Marii i Piotra. Nieco ponad rok później jej rodzice ogłosili odkrycie dwóch nowych cudownych pierwiastków radioaktywnych – polonu i radu. Ponieważ byli pochłonięci pracą, nie poświęcali córce zbyt dużo czasu. Opiekę nad dziewczynką sprawowali głównie niania i dziadek – Eugeniusz Curie, ojciec Piotra. Maria prowadziła jednak dziennik, w którym starannie dokumentowała rozwój córki. W roku 1904 na świat przyszła siostra Ireny – Ewa. Dwa lata później Piotr Curie zginął w wypadku ulicznym. Gdy Irena miała 9 lat, Maria dostrzegła wyjątkowe zdolności matematyczne córki, którym nie mogła sprostać żadna szkoła. Zorganizowała więc, z grupą zaprzyjaźnionych naukowców, tzw. Spółdzielnię – nieformalny rodzaj edukacji domowej, w którym Irena uczestniczyła przez dwa lata. Program nauczania był tak wymagający, że nawet podczas wakacji spędzanych u ciotki Bronisławy w Polsce 13-letnia Irena miała codzienne lekcje. Choć w późniejszych latach kształciła się również w renomowanych instytucjach, takich jak Sorbona, można przypuszczać, że to właśnie tamten okres domowej edukacji położył fundament pod jej późniejsze sukcesy jako badaczki i odkrywczyni. Maria była głęboko związana z córką i





nazywała ją czule „małą królową”, na co niewątpliwie miały wpływ wybitne zdolności naukowe dziewczynki.

[Tekst alternatywny. Czarno-białe, prawdopodobnie upozowane, zdjęcie wykonane w atelier. Przedstawia Marię Skłodowską-Curie, w wieku 30–35 lat, z około siedmioletnią córką Ireną. Obie siedzą na dywanie, na podłodze, przed nimi leżą jasne kwiaty. W tle widoczna jest prawdopodobnie kotara. Maria Skłodowska-Curie, ubrana jest w jasną bluzkę z długim rękawem i koronkowym kołnierzykiem oraz ciemniejszą, długą spódnicę. Ma włosy upięte w kok. Irena ubrana jest w jasną sukienkę bez rękawów, a jej krótkie włosy sięgają do uszu i są przycięte w grzywkę. Maria delikatnie pochyla się w stronę córki i opiera lewy policzek o jej głowę, co nadaje scenie ciepły, intymny charakter.]



Rys. 9. Irena z mamą, Marią Skłodowską-Curie, około 1904 roku

Źródło: coll ACJC; pobrane z <http://piekniejszastronnanauki.pl/category/irena-joliot-curie/>

Wybuch I wojny światowej przerwał studia Ireny Curie na Sorbonie. Wraz z matką zaangażowała się w pomoc na froncie. Od 1916 roku towarzyszyła jej podczas wypraw po polach bitew, gdzie w specjalnie przystosowanym peugeocie z mobilnym aparatem rentgenowskim wykonywały prześwietlenia rannym żołnierzom. Irena początkowo pełniła rolę asystentki, a z czasem samodzielnie prowadziła szkolenia z



zakresu radiologii dla kandydatów na techników radiologów w Belgii. Za swoją działalność została uhonorowana wojskowym odznaczeniem.

Po wojnie Irena Curie wróciła na studia, które ukończyła w 1921 roku. Dołączyła do zespołu swojej matki i pracowała w laboratorium m.in. nad właściwościami polonu – pierwiastka, który jej rodzice odkryli w 1898 roku. To właśnie polon stał się tematem jej pracy doktorskiej („Badania nad promieniami alfa polonu”), obronionej w 1925 roku, również na Sorbonie. W tym samym laboratorium i tym samym roku poznała młodego, zdolnego naukowca, młodszego o trzy lata, Fryderyka Joliot, który zaczynał tam jako asystent Marii Skłodowskiej-Curie. Irena została jego mentorką i wprowadzała go w świat badań radiochemicznych. Razem stworzyli niezwykle duet – fizyka i chemika, dwojga wybitnych naukowców. Wspólna praca doprowadziła do ślubu w 1926 roku. Przez blisko dziesięć lat intensywnej współpracy w Instytucie Radowym w Paryżu, który z czasem stał się uznanym ośrodkiem naukowym na skalę międzynarodową, Irena i Fryderyk prowadzili ambitne badania, przynoszące coraz ciekawsze wyniki. Choć dwukrotnie zostali wyprzedzeni przez innych naukowców, którzy trafniej interpretowali podobne dane, nie poddali się. W końcu, w styczniu 1934 roku, to oni dokonali przełomowego odkrycia: zjawiska sztucznej promieniotwórczości, która (po dziesiątkach lat kolejnych badań) jest dziś jednym z elementów terapii nowotworowej. Historia w rodzinie Curie powtórzyła się w zadziwiający sposób. Tak jak wcześniej Maria i Piotr, tak teraz Irena i Fryderyk dzięki wspólnej pracy dokonali przełomowych odkryć, które w przyszłości przyniosły im najwyższe naukowe wyróżnienie – Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii w uznaniu za syntezę nowych pierwiastków promieniotwórczych. Irena została drugą kobietą wyróżnioną tą nagrodą.

Podczas II wojny światowej Irena Curie zmagала się z gruźlicą i przebywała na leczeniu w Szwajcarii. Mimo choroby podejmowała ryzykowne podróże do okupowanej Francji, gdzie jej mąż był poszukiwany przez Niemców za działalność w ruchu oporu. Po wojnie oboje małżonkowie Joliot-Curie nie ograniczali się tylko do pracy naukowej – aktywnie angażowali się również w życie polityczne. Mieli poglądy lewicowe, byli pacyfistami, wspierali nowy porządek kształtujący się w Europie Wschodniej. W 1948 roku byli jednymi z głównych postaci Światowego Kongresu Intelktualistów w Obronie Pokoju, który odbył się we Wrocławiu. Wydarzenie to miało przede wszystkim charakter propagandowy – jego celem było ukazanie światu pokojowych intencji państw komunistycznych oraz ostrzeżenie przed rzekomym zagrożeniem ze strony zachodniego imperializmu.





[Tekst alternatywny. Czarno-białe zdjęcie przedstawia małżeństwo w średnim wieku, Irenę i Fryderyka Joliot-Curie, siedzących przy stoliku z rozłożonymi notatkami. Fryderyk siedzi nieco wyżej, za żoną. Oboje patrzą w obiektyw i lekko się uśmiechają. Irena ubrana jest w ciemną sukienkę z krótkimi rękawami i białym żabotem, ma krótko przycięte włosy zaczesane do tyłu, a ręce schowane pod stołem. Fryderyk ma na sobie jasny garnitur z ciemnym krawatem, ręce skrzyżowane na kolanach.]



Rys. 10. Irena i Fryderyk Joliot-Curie

Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe; pobrane z: <https://www.szukajwarchiwach.gov.pl/wyszukiwarka>

Uczona interesowała się także sportem. Propagowała dalekowschodnie sztuki walki. W 1936 roku współtworzyła w Paryżu klub pod nazwą „Jiu-jitsu Club de France”, w którym nauczano tej tradycyjnej japońskiej techniki walki wręcz. Jej zaangażowanie w promocję dalekowschodnich technik obrony może dziś zaskakiwać, ale doskonale pokazuje jej otwartość na nowe idee i pasję wykraczającą poza świat laboratoriów.

Irena Joliot-Curie była obywatelką Francji, ale miała silne więzi z ojczyzną matki, spędzając wakacje z rodziną na ziemiach polskich. Zakończyła życie przedwcześnie, w wieku 58 lat, 17 marca 1956 r. w Paryżu. Podobnie jak jej matka została pokonana przez chorobę popromienną – białaczkę. Jej mąż zmarł dwa lata później. Oboje pochowani są niedaleko Paryża, na cmentarzu w Sceaux.

7. Mezopotamia. Koło, które wprowadziło świat w ruch

Zgodnie ze „Słownikiem języka polskiego” rzeczownik „koło” ma co najmniej 10 znaczeń, zależnie od kontekstu, w którym jest używany. Można mówić o kole jako pojęciu matematycznym lub grupie osób o wspólnych zainteresowaniach. Osoby posługują się nim w odniesieniu do obiektu w kształcie okręgu. W szczególności w sensie użytkowym „koło” rozumie się jako:

- część pojazdu umożliwiającą mu ruch przez toczenie, np. koło jezdne, koło wagonu, koło samochodowe,
- element występujący w różnych maszynach i urządzeniach o krągłym kształcie osadzonym na osi lub wale w celu przeniesienia ruchu obrotowego.

[Tekst alternatywny. Cyfrowa ilustracja wygenerowana przez sztuczną inteligencję. Przedstawia duże, drewniane koło, stojące na ziemi, o grubym obwodzie i masywnych drewnianych szprychach. Obok, na śniegu, siedzi mężczyzna i podtrzymuje je oburącz. Jest ubrany w skózaną odzież, ma obfity zarost, włosy zaplecione w warkocz przewieszony przez prawe ramię oraz prostą przepaskę na głowie. W tle rozpościera się zimowy krajobraz z ośnieżonymi górami. Ilustracja nawiązuje do pradawnej chwili wynalezienia koła.]



Rys. 11. Koło jest uważane za jeden z najważniejszych wynalazków człowieka
Źródło: wygenerowano za pomocą sztucznej inteligencji (https://www.freepik.com/pikaso/ai-image-generator?prompt=wynalazek+ko%C5%82a&submit=1&style=noStyle#from_element=landing_tti)

Uważa się, że pierwsze koło powstało około 3500 roku przed naszą erą, w Mezopotamii (współcześnie tereny Iraku, Kuwejtu oraz częściowo Iranu, Syrii i



Turcji). Nie wiadomo, kto jest autorem tego wynalazku i w jakim celu go wykorzystywano. Istnieją opinie, że był to prawdopodobnie garncarz, ponieważ odkrycia archeologiczne sugerują pracownie garncarskie jako miejsce pierwszego zastosowania koła. Różne badania archeologiczne wskazują również inne lokalizacje pochodzenia wynalazku, jak Chiny, Europa Środkowa, Egipt.

Przez wieki koło było udoskonalane. Jako podstawowy element układu jezdnego, było konstruowane początkowo z litego drewna. Później zabezpieczano je rzemiennymi pasami w miejscach kontaktu z podłożem. Z czasem koło było modyfikowane: lite drewno we wnętrzu koła było zastępowane szprychami, początkowym drewnianymi później wykonanymi z brązu. Dalsze udoskonalenia obejmowały: zastąpienie skórzanych pasów elementami z miedzi, brązu, żelaza.

Funkcja jezdna nie jest jedyną realizowaną przez koło. Wynalazek rozwijał się i znajdował dalsze zastosowania. Zaczęto używać kołowrotów – mechanizmów do podnoszenia lub opuszczania ładunków. Opracowano mechanizmy przenoszące ruch obrotowy; działały na zasadzie pracy kół zębatych. Koło wodne pozwoliło praktycznie wykorzystać siły natury.

Obszar zastosowań koła jest bardzo rozległy; w życiu, w przemyśle, technologii, inżynierii. Poniżej podano wybrane przykłady.

- Transport:
 - pojazdy: samochody, rowery, motocykle, autobusy,
 - wózki: dziecięce, sklepowe, bagażowe,
 - samoloty: koła stosowane w podwoziu do startu i lądowania.
- Maszyny i mechanizmy:
 - koła zębate: w zegarach, silnikach, skrzyniach biegów – przekazują ruch i siłę.
 - pasy transmisyjne: koła napędzają taśmy transportowe w fabrykach.
- Rolnictwo:
 - maszyny rolnicze: młockarnie, ciągniki, siewniki, sieczkarnie.
- Budownictwo:
 - wciągarki, dźwigi: koła i bloczki zmniejszają siłę potrzebną do podnoszenia ciężarów.
- Przemysł:
 - koła szlifierskie: do obróbki metalu i drewna,
 - koła zamachowe: magazynowanie energii kinetycznej w silnikach.
- Zastosowania codzienne:
 - zabawki: samochodziki, hulajnogi, deskorolki,
 - meble: krzesła biurowe, szafki na kółkach – łatwość przesuwania.





Koło jest jednym z najważniejszych wynalazków w dziejach. Początkowo jego funkcja ograniczała się do zastosowań jezdnych i garncarskich. Z czasem implikowało tworzenie coraz bardziej zaawansowane maszyny i stało się motorem napędowym nowych dziedzin. Te pociągnęły za sobą rozwój kolejnych. Zaliczana do najważniejszych funkcja jezdna zdeterminowała powstanie dróg, kolejnego wielkiego wynalazku starożytności, który stał się fundamentem dalszego rozwoju cywilizacyjnego.

8. Wielka Brytania. Parowy motor rewolucji przemysłowej

Silnik parowy to urządzenie, które przekształca energię pary wodnej w energię mechaniczną. Może być elementem składowym większego mechanizmu – maszyny parowej. Wykorzystuje ona silnik parowy do wykonywania pracy w urządzeniach, takich jak: lokomotywa parowa, parowiec, młot parowy, pompa parowa.

Pierwsze pomysły zastosowania pary wodnej pojawiły się w I wieku naszej ery. W tym okresie żył i działał Heron z Aleksandrii, matematyk uważany za geniusza starożytnej techniki. Opracował maszynę zwaną banią Herona. Całość to zamknięty kocioł z wodą i umieszczoną nad nim pustą kulą połączoną z kotłem rurkami będącymi jednocześnie statywem – połączenie nie jest sztywne a kula może się swobodnie obracać. Od kuli odchodzą dwie dysze skierowane stycznie do niej. Podczas podgrzewania wody kula wypełnia się parą, para wydostaje się przez dysze a zwiększające się ciśnienie wewnątrz kuli powoduje jej ruch obrotowy dzięki zjawisku odrzutu. Heron nie rozwijał swojego urządzenia; nie znalazło ono praktycznego zastosowania. Ten wynalazek został niemal całkowicie zapomniany. Dopiero kilkanaście wieków później zostało podjęte działanie prowadzące do stworzenia silnika parowego, który umożliwił rewolucję przemysłową.

W XVII wieku francuski fizyk i wynalazca, Denis Papin, opracował kocioł parowy będący pierwowzorem szybkocharu. W 1690 roku opublikował swoją pierwszą pracę na temat maszyny parowej. Zadaniem tego urządzenia było podniesienie wody do kanału między Kassel i Karlshaven. Używał również maszyny parowej do pompowania, aby dostarczać wodę ze zbiornika na dachu do fontann na terenie. W późniejszym czasie zaprojektował zawór bezpieczeństwa, aby zapobiec wzrostowi ciśnienia pary do niebezpiecznych poziomów.

Współcześnie z Papinem żył Thomas Savery, angielski inżynier wojskowy i wynalazca. W 1698 roku Savery zbudował parowy podnośnik wody – prymitywną pompę parową do osuszania kopalń. Urządzenie Savery 'ego działało w oparciu o podciśnienie, które zasysało wodę do oddzielnego pojemnika. Ciśnienie pary wodnej



wypychało wodę ku górze za pomocą kilku prostych zaworów kontrolujących pompowanie. Pompa była mało wydajna wskutek ówczesnych trudności z konstruowaniem szczelnych połączeń. Części były wykonywane z mosiądzu, miedzi i brązu, odlewane lub formowane, a następnie lutowane lub nitowane. Niedoskonałe uszczelnienie powodowało, że silniki były narażone na eksplozję. Ponadto zużywały zbyt dużo paliwa, by ich wykorzystanie w górnictwie było opłacalne.

Projekt Savery'ego zainspirował późniejszych inżynierów do stworzenia ulepszonych wersji silnika. Jedną z takich osób był kowal o nazwisku Thomas Newcomen, którego Savery zatrudnił do wykucia własnego silnika. Newcomen wynalazł atmosferyczną maszynę parową, która wykorzystywała ciśnienie atmosferyczne do pompowania pary do cylindra. Pod wpływem zimnej wody para wodna uległa skropleniu, co wytworzyło podciśnienie wewnątrz cylindra. Powstałe ciśnienie sprawiło, że tłok przesunął się do przodu. W 1712 roku wraz z Johnem Calleyem zbudował działający prototyp i wykorzystał go do wypompowania wody z zalanego wodą szybu kopalnianego. Silnik Newcomena charakteryzował się znacznie lepszą wydajnością. Konstrukcja była na tyle dobra, że przez dziesięciolecia dominowała w przemyśle wydobywczym i służyła do osuszania terenów podmokłych, ale jej wada polegała na tym, że pompa musiała być chłodzona po każdym skoku, a następnie ponownie podgrzewana.

Pełny potencjał maszyny parowej został wykorzystany dopiero po kolejnych 50 latach. James Watt, konstruktor instrumentów z Uniwersytetu w Glasgow w Szkocji, otrzymał zadanie rozwiązywania problemów z maszyną parową Newcomena. Podczas niedzielного spaceru w 1765 roku Watt zdał sobie sprawę, że może skroplić parę wodną bez chłodzenia cylindra, wykorzystując do tego celu oddzielny skraplacz. Z powodzeniem przetestował tę koncepcję w swoim laboratorium, budując prowizoryczny tłok i skraplacz z mosiężnej strzykawki. Minęło kolejne 11 lat, zanim Watt miał działający prototyp. Jego urządzenie wkrótce stało się najpopularniejszym projektem silników parowych XVIII wieku. Zastosowanie oddzielnego skraplacza przyczyniło się do zwiększenia wydajności urządzenia i oszczędności paliwa. Na cześć wynalazcy jednostkę mocy nazwano wat. W 1807 roku Robert Fulton opatentował statek parowy, który rozpoczął rewolucję w żegludze, a w 1814 roku George Stephenson skonstruował pierwszy udany parowóz.

Wprowadzenie silników spalinowych i elektrycznych sprawiło, że maszyna parowa stopniowo wychodziła z użycia. Jednak jej nowocześniejsza wersja – turbina parowa – jest istotnym elementem we współczesnej gospodarce. W elektrowniach ciepłych (węglowych, jądrowych, geotermalnych) służy do wytwarzania energii elektrycznej, w niektórych dużych statkach (lodołamacze, lotniskowce) reaktory jądrowe podgrzewają wodę i wytwarzana para napędza turbiny, elektrownie geotermalne używają gorącej pary z wnętrza Ziemi do napędzania turbin.



[Tekst alternatywny. Kolorowe zdjęcie przedstawia pomalowany na czarno prototyp maszyny parowej Jamesa Watta, wykonany z żeliwa i miedzi około 1832–1837 w Zakładach Metalowych „Białogon”. Dziś jest to eksponat Muzeum Narodowego w Kielcach. Urządzenie osadzone jest na niskiej, drewnianej podstawie o wymiarach 37 cm × 94 cm, a jego całkowita wysokość sięga 95 cm. Z przodu widoczny jest odcisnięty numer wzoru. Maszyna wyposażona jest w korbę i balansjerę, a jej mechanizm napędowy składa się z tłoka, tłoczyska, krzyżulca, korbowodu, wału korbowego, koła zamachowego oraz suwaka.]



Rys. 12. Model prototypu maszyny parowej Jamesa Watta przystosowanej do przepompowywania wody

Źródło: Muzeum Narodowe w Kielcach; pobrane z:

https://mnki.pl/pl/obiekt_tygodnia/2013/pokaz/71,model_prototypu_maszyny_parowej_niskieg_o_cisnienia_z_cylindrem_pionowym_typu_jamesa_watta_przystosowanej_do_przepompowywania_wody,1

Wprawdzie silnik parowy jako tłokowa maszyna parowa jest obecnie rzadko używany, to jednak wynalazek ten odegrał ogromną rolę. Uważa się, że zapoczątkował on pierwszą rewolucję przemysłową. Ta rewolucja odegrała istotną rolę w rozwoju społeczeństwa, gospodarek oraz technologii przede wszystkim poprzez zastąpienie produkcji opartej na pracy ręcznej i rzemiośle przez masową produkcję z wykorzystaniem maszyn. Oprócz mechanizacji produkcji miały miejsce: wzrost produkcji i wydajności, zmiany w strukturze społecznej, innowacje technologiczne, zmiany w transporcie, nowe zjawiska ekonomiczne związane z rozwojem kapitalizmu. Skutki pierwszej rewolucji przemysłowej nie były jednoznacznie pozytywne; wiązały się z trudnymi warunkami pracy, wyciskaniem robotników i zanieczyszczeniem środowiska.

9. Szwecja. Wybuchający wynalazek o podwójnym obliczu

Cała masa urządzeń, maszyn, czy przedmiotów codziennego użytku to produkty zawierające elementy pochodzące z różnych kopalin. Ich wydobywanie stało się możliwe dzięki wynalazkowi dynamitu. Bez dynamitu nie powstałyby też drogi kołowe i kolejowe wykute w górach, nie rozwinąłby się przemysł wydobywczy. Jego wynalezienie wiąże się z historią niezależnego chemika, który stawiał czoła osobistej tragedii i ryzykował własne życie by stworzyć bezpieczniejszy materiał wybuchowy – Alfreda Nobla.

[Tekst alternatywny. Cyfrowa ilustracja wygenerowana przez sztuczną inteligencję. Przedstawia czerwoną łaskę dynamitu z nalepioną etykietą i płonącym lontem, zawieszoną tuż nad ziemią. Lont jest częściowo wypalony, co sugeruje, że dynamit został podpalony i rzucony w celu wywołania wybuchu.]



Rys. 13. Dynamit – przełomowy materiał wybuchowy XIX wieku
Źródło: Wygenerowano za pomocą sztucznej inteligencji (<https://gencraft.com/generate>)

Urodzony w Sztokholmie w 1833, nigdy nie uważał się za wynalazcę. Młody Nobel chciał być poetą, ale jego ojciec pragnął, aby został inżynierem-chemikiem, jak on sam. Było jasne, że Alfred ma talent naukowy. W latach 60. XIX wieku, kierował własną fabryką nitrogliceryny w Sztokholmie. Wytwarzała ona najpopularniejszy materiał wybuchowy owych czasów – nitroglicerynę. W przeciwieństwie do niej, inne materiały wybuchowe tamtego okresu, jak np. czarny proch, nie były w stanie skruszyć skał. Nitrogliceryna jest produktem bardzo silnie wybuchowym, niestabilnym, wybuchu nagle, gdy rozłoży się lub zostanie rozlana lub wstrząśnięta (np. przy transporcie). Alfred Nobel i jego pracownicy codziennie narażali swoje życie i zdrowie, ponieważ w procesie produkcyjnym ręcznie mieszały w wielkich naczyniach



różne składniki w tym nitroglicerynę, powoli podgrzewając miksturę, przez nawet 12 godzin. Nie można było rozlać nitrogliceryny ani dopuścić do jej przegrzania; nawet przegrzanie o 1-2 stopnie mogło spowodować wybuch i zniszczenie fabryki.

Wiosną 1864 roku Nobel powierzył kierowanie fabryką swojemu bratu, Emilowi. W lecie nastąpił wybuch, w którym zginął Emil i czterech innych techników. Nobel obwinił się za to. Czuł potrzebę sprawienia by nitrogliceryna stała się bezpieczniejsza. W eksperymentach narażał własne życie, by stworzyć wynalazek warty miliardy. W roku 1866 kolejna, prawie fatalna w skutkach, pomyłka doprowadziła go do największego odkrycia; zlewka z nitrogliceryną spadła na ziemię, a coś na podłodze zapobiegło detonacji. Nobel wykonał szereg prób i eksperymentów, mieszając nitroglicerynę z różnymi dodatkami, żeby odkryć, który z nich sprawi, że będzie ona bardziej stabilna i jednocześnie nie mniej wybuchowa. Okazało się, że to nasiąkliwa, przypominająca glinę substancja, występująca na brzegach rzeki Elbe – ziemia okrzemkowa zawierająca skamieniałe szczątki pancerzyków glonów. Zmieszanie 75% nitrogliceryny i 25% ziemi okrzemkowej zapobiegało rozkładowi nitrogliceryny czyniącym ją niestabilną. W ten sposób Nobel otrzymał pierwszy bezpieczny materiał wybuchowy. Opatentował go w roku 1867. Produkt został najlepiej sprzedającym się materiałem wybuchowym na świecie. Wynalazca dzięki patentowi i licencjom zgromadził majątek wart 265 mln dolarów.

W 1888 roku całe jego życie stanęło na głowie, gdy przeczytał własny nekrolog a miał to być nekrolog jego brata Ludwika. Napisano w nim, że Alfred Nobel był handlarzem bronią, wytwarzał materiały wybuchowe i sprawił, że świat jest gorszy. Za życia piętnowano Nobla za stworzenie dynamitu, bo była to niszczycielska broń. Nekrolog poruszył Nobla, ale dał mu też szansę na odkupienie. W 1889 roku wynalazca zmienił testament przekazując niemal cały majątek na stworzenie fundacji, dzięki której jego nazwisko kojarzone będzie z życiem a nie ze śmiercią. Powstała fundacja nagradzająca ludzi mających największe zasługi dla ludzkości. Nagrody Nobla miały honorować tych, którzy rozwijają ludzką wiedzę i dbają o pokój, od naukowców do polityków.

10. Stany Zjednoczone. Narodziny telewizji

To jeden z najważniejszych wynalazków XX wieku. Pudełko z przewodami i szkłem, które może przenieść człowieka z pomieszczenia, w którym przebywa w dowolne miejsce planety, a nawet poza nią. Jego wynalazcą był nastoletni geniusz, który przewidział przyszłość, ale został wymazany z pamięci.

W roku 1921 do Idaho sprowadziła się mormońska rodzina Farnsworth'ów, dzierżawców farmy w tym stanie. Nastoletni Philo nie chciał iść w ślady ojca i zostać





rolnikiem. Dorastał w czasach, gdy wielcy samotni wynalazcy podbijali świat. Wciąż coś majstrował i próbował wynaleźć. Przypadkowo, na strychu znalazł kolekcję książek i czasopism poświęconych odkryciom naukowym, takim jak radio. W jednej z książek autor wspominał o nowym typie radia, które wraz z dźwiękiem mogłoby przesyłać również obraz. To zainspirowało młodzieńca.

Philo zauważył, że gdyby promień światła skanował równoległe rzędy dzielące obserwowany obraz i poruszał się wystarczająco szybko, obraz ten mógłby zostać odtworzony, nawet ruchomy. W Wielkiej Brytanii szkocki wynalazca John Logi Baird zaproponował rozwiązanie tego problemu związanego z prędkością przetwarzania obrazu. Był to mechaniczny obracający się dysk z serią otworków umieszczonych jeden pod drugim. Promienie światła przechodziły przez otworki a soczewka skupiała je na obiektach znajdujących się w zaciemnionym pomieszczeniu. To rozwiązanie nie było jednak idealne. 14-letni Philo wpadł na inny pomysł i przedstawił jego szkic swojemu nauczycielowi przyrody. Światło wchodziło przez soczewki, zostawało zamienione na elektrony, które przechodziły przez próżnię i zostawały przemienione na sygnał elektroniczny, który można było nadawać na duże odległości jak sygnał radiowy. Obraz był odtwarzany linia po linii. Młody wynalazca nazwał swoje urządzenie dysektorem. Była to podstawa dla pierwszej na świecie elektronicznej kamery telewizyjnej. W 1926 młody Farnsworth przeprowadził się do Los Angeles wraz z żoną Pam. Stworzyli laboratorium we własnym domu. Philo zbudował w nim kamerę video w wieku 21 lat. Kamera rozbiła obraz na elektrony i odtwarzała go na odbiorniku odwracając proces.

[Tekst alternatywny. Zdjęcie kolorowe opublikowane przez właściciela telewizora w Internecie. Przedstawia zabytkowy odbiornik typu „Wisła” wyprodukowany w 1957 roku. Jest obudowany skrzynką koloru brązowego wykonaną z drewna pokrytego fornirem orzechowym. W górnej części znajduje się pokrywa, pod którą jest pięć pokręteł służących do regulacji głośności, barwy dźwięku, kontrastu, jasności i ostrości. Część przednia stanowi obramowanie ekranu kineskopu, które jest zasłonięte nietłukącym szkłem.]





Rys. 14. Pierwszy produkowany seryjnie w Polsce telewizor typu „Wisła”

Źródło: zdjęcie opublikowane przez właściciela na witrynie elektroda.pl; pobrane z:
<https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic402455-90.html>

Praca młodego wynalazcy ściągnęła zainteresowanie firmy, która obawiała się i jednocześnie pragnęła telewizji; RCA była największą korporacją radiową Ameryki. Każdy, kto chciał nadawać fale radiowe musiał przyjść do RCA po licencję. Farnsworth i RCA rozpoczęli wyścig o to, która firma pierwsza da światu telewizję. W obliczu braku rezultatów badań, RCA wysłał do młodego wynalazcy szpiega Sarnofa, który pod fałszywym pretekstem zapoznał się z dokumentacją wynalazku w celu odtworzenia go w laboratorium RCA. W toku rozgrywki sądowej między tymi dwoma antagonistami, sąd uznał Farnswortha za wynalazcę, na podstawie dokumentu i zeznania nauczyciela Philo, któremu ten w wieku 14 lat przedstawił ideę wynalazku. Jednak władze RCA nie poddały się; Sarnof wykorzystał fundusze firmy by rozwinąć technologię i w 1939 postanowił pokazać telewizję na targach światowych. Było to mistrzowskie posunięcie PR, dzięki któremu to Sarnof a nie Farnsworth został uznany za twórcę rewolucyjnej nowej technologii. W toku dalszych rozgrywek i ugody Philo uzyskał od RCA milion dolarów honorarium oraz tantiemy od każdego sprzedanego odbiornika. Jego dysektor miał fantastyczne wykorzystanie; w 1969 roku system kamer oparty na patencie Farnswortha wysłano na księżyc w misji Apollo umożliwiając całemu światu oglądanie lądowanie człowieka na księżycu.



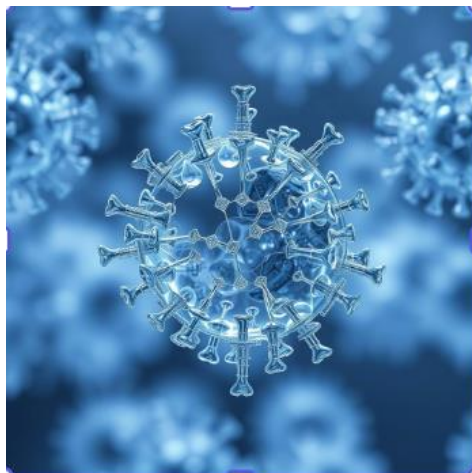


11. Francja i Stany Zjednoczone. Technologia CRISPR

CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) to zaawansowana technologia edycji genów, która pozwala na precyzyjne modyfikowanie DNA organizmów. Rozwinięta na początku XXI wieku, stała się jednym z najważniejszych narzędzi w biologii molekularnej i biotechnologii.

Francis Mojica, hiszpański mikrobiolog, odegrał ważną rolę w odkryciu systemu CRISPR. W latach 90. XX wieku zauważył obecność specyficznych powtórzeń w DNA bakterii i zasugerował, że mogą one pełnić funkcję ochrony przed wirusami. Jego badania przyczyniły się do rozwoju technologii edycji genów przez Francuzkę Emmanuelle Charpentier i Amerykankę Jennifer Doudna. One jako pierwsze zrozumiały, jak można wykorzystać zjawisko opisane przez Mojicę. W 2012 roku opublikowały przełomową pracę, w której opisały, jak system CRISPR-Cas9, który naturalnie występuje u bakterii, może być wykorzystany do precyzyjnego edytowania DNA w organizmach wyższych, w tym u ludzi.

[Tekst alternatywny. Cyfrowa ilustracja wygenerowana przez sztuczną inteligencję. Jest utrzymana w różnych odcieniach niebieskiego i przedstawia powiększone, kuliste komórki bakteryjne pokryte krótkimi wypustkami. Na pierwszym planie widoczna jest jedna duża bakteria, za nią rozmyte, mniejsze obiekty o podobnej formie.]



Rys. 15. Bakteria – naturalne źródło mechanizmu CRISPR-Cas9

Źródło: wygenerowano za pomocą sztucznej inteligencji (<https://gencraft.com/generate>)

CRISPR jest sekwencją w DNA bakterii zawierającą fragmenty pochodzące z wirusów, które zakażały tę bakterię w przeszłości. Dzięki temu bakterie mogą rozpoznawać i neutralizować wirusy, które wcześniej je atakowały. Cas9 jest białkiem



działającym jak „nożyczki molekularne”. Podłączony do odpowiedniej cząsteczki RNA, potrafi precyzyjnie wyciąć fragmenty DNA w określonym miejscu, co umożliwia usuwanie, dodawanie lub zmienianie sekwencji genów. Ten naturalny system obronny bakterii przed wirusami został zaadaptowany i rozwinięty do celów edycji genów.

W 2020 roku Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna zostały uhonorowane Nagrodą Nobla w dziedzinie chemii za opracowanie tej technologii, uznawanej za jedną z najważniejszych innowacji w biologii molekularnej w XXI wieku.

Technologia CRISPR może być wykorzystana do edycji genów w celu wprowadzanie zmian w DNA, np. poprzez poprawianie uszkodzonych genów u ludzi, zwierząt lub roślin. Pojawiają się możliwości leczenia różnych, dotychczas nieuleczalnych chorób, takich jak mukowiscydoza czy anemia sierpowata. Można wprowadzać korzystne cechy uzyskując lepsze plony czy większą wydajność.





12. Literatura

1. BBC Worldwide Ltd. (Producent) (2014), *Historia wynalazków: Odkrycia, które zmieniły nasz świat* [Film dokumentalny; Kasetę wideo], Smithsonian Channel.
2. Białek A. (2023), *Wynalezienie koła – która cywilizacja dokonała odkrycia i co nam to dało?*, National Geographic Polska, dostępne w: <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalezienie-kola-ktora-cywilizacja-dokonala-odkrycia-i-co-nam-to-dalo/> (data dostępu: 2024/11/10).
3. Czekala G. (brak daty), *Historia maszyny parowej i ewolucja zasady działania*, dostępne w: <https://grzegorzczekala.pl/calmedu/artykuly/historia-maszyny-parowej/> (data dostępu: 2024/10/30).
4. Czyżewski M. (2025), *Irène Joliot-Curie. Chemia, polityka i ju-jitsu*, Polskie Radio 24.pl, dostępne w: <https://polskieradio24.pl/artykul/2579702,irene-joliot-curie-chemia-polityka-i-ju-jitsu> (data dostępu: 2025/03/31).
5. Dzieje.pl. Portal historyczny(2021), *Mikołaj Kopernik (1473-1543)*, dostępne w: <https://dzieje.pl/postacie/mikolaj-kopernik-1473-1543#:~:text=Przedstawi%C5%82%20w%20niej%20teori%C4%99%20heliocentrycznej,%C5%9Bredniowiecza%20model%20wyja%C5%9Bniaj%C4%85cy%20budow%C4%99%20%C5%9Bwiata.> (data dostępu: 2024/11/10).
6. Dziennik Elbląski (2023), *Jak odnaleziono grób Mikołaja Kopernika? Tajemnica wyjaśniona po latach*, dostępne w: <https://dziennikelblaski.pl/987993,Jak-odnaleziono-grob-Mikolaja-Kopernika-Tajemnica-wyjasniona-po-latach.html> (data dostępu: 2024/10/14).
7. Encyklopedia PWN (brak daty), *Papin Denis*, dostępne w: <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Papin-Denis;3954099.html> (data dostępu: 2024/10/14).
8. Gieracka A. (2023), *Fortepian i wynalazki*, w: Nauka to polska specjalność. Najciekawszy polscy naukowcy, Wprost, Nr 2, 24 kwietnia 2023, dostępne w: https://embed.wprost.pl/_f/elements/2023-04/NaukaToPolskaSpecjalnosc-odc5-Najciekawszy-naukowcy-w-polskiej-historii.pdf (dostęp:2024/10/23).
9. Gniewek M. (2016), *Józef Hofmann (1876-1957). Wynalazca z duszą artysty*, dostępne w: <https://www.mec.edu.pl/postacie/jozef-hofmann-1876-1957-wynalazca-z-dusza-artysty/> (data dostępu: 2024/09/12).
10. Goldsmith B. (2005), *Geniusz i obsesja. Wewnętrzny świat Marii Curie*, Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław.
11. Gryglewski R.W. (2015), *Cybulski Napoleon Nikodem*, Polski Petersburg, dostępne w: <https://www.polskipetersburg.pl/hasla/cybulski-napoleon-nikodem> (data dostępu: 2024/10/10).





12. Hennel A. (brak daty), *Polscy nominaci do Nagrody Nobla z fizjologii i medycyny do 1953 roku*, dostępne w:
https://www.deltami.edu.pl/media/articles/2020/01/delta-2020-01-polscy-nominaci-do-nagrody-nobla-z-fizjologii-i-medycyny-_c2Du0Fz.pdf (data dostępu: 2024/10/10).
13. Historia.org.pl (2023), *Mikołaj Kopernik. Twórca heliocentrycznego modelu Układu Słonecznego i jego największe dzieła astronomiczne*, dostępne w:
<https://books.openedition.org/iblp/12163> (data dostępu: 2024/11/09).
14. Instytut Badań Literackich Polskiej Akademii Nauk (bez daty), *O machinie mocą pary działającej i o jej wynalazcy [fragment]*, dostępne w:
<https://books.openedition.org/iblp/12163> (data dostępu: 2024/12/01).
15. Kienzler I. (2016), *Maria Skłodowska-Curie. Żłódziejka mężów, życia i miłość*, Bellona, Warszawa.
16. Kowalczyk J. (2015), *Józef Hofmann – wynalazki pianisty*, culture.p, dostępne w:
<https://culture.pl/pl/artykul/jozef-hofmann-wynalazki-pianisty> (data dostępu: 2024/09/15).
17. Lindsten J., Ringertz N. (2001), *The Nobel Prize in Physiology or Medicine, 1901-2000*, The Nobel Prize, dostępne w:
<https://www.nobelprize.org/prizes/uncategorized/the-nobel-prize-in-physiology-or-medicine-1901-2000/> (data dostępu: 2024/10/10).
18. *Nobel Prize in Physics 1903* (brak daty), The Nobel Prize, dostępne w:
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/> (data dostępu: 2024/10/20).
19. *Nobel Prize in Chemistry 1911* (brak daty), The Nobel Prize, dostępne w:
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/summary/> (data dostępu: 2024/10/20).
20. O'Connor J.J i Robertson E. F. (2014), *Denis Papin*, School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews, Scotland, dostępne w: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Papin/> (data dostępu: 2024/10/14).
21. Pospieszny T. (brak daty), *Irena Joliot-Curie i jej wyścig do Nagrody Nobla, Piękniejsza Strona Nauki*, dostępne w: <http://piekniejszastronanauki.pl/irena-joliot-curie/865-2/> (data dostępu: 2024/09/22).
22. Pospieszny T. (2024), *Zmierzch – fragment książki „Irena Joliot-Curie. Radowa dziedziczka”*, Piękniejsza Strona Nauki, dostępne w:
<http://piekniejszastronanauki.pl/category/irena-joliot-curie/> (data dostępu: 2024/09/22).
23. Świerczyńska K. (2023), *Wyprzedził myśl Freuda a dorabiał jako dentysta*, w: *Nauka to polska specjalność. Najciekawszy polscy naukowcy*, Wprost, Nr 2, 24





kwietnia 2023, dostępne w: https://embed.wprost.pl/_f//elements/2023-04/NaukaToPolskaSpecjalnosc-odc5-Najciekawsi-naukowcy-w-polskiej-historii.pdf (dostęp: 2024/10/23).

24. UNESCO (2020), *Jennifer Doudna and Emmanuelle Charpentier win 2020 Nobel Prize in Chemistry*, dostępne w: <https://www.unesco.org/en/articles/jennifer-doudna-and-emmanuelle-charpentier-win-2020-nobel-prize-chemistry> (data dostępu: 2024/11/15).
25. Wojnarowska K. (brak daty), *Napoleon Cybulski – geniusz, który odkrył adrenalinę*, Expr mnt., dostępne w: <https://experyment.gdynia.pl/dzialania-online/artykuly-popularnonaukowe/odkrycinanowo/napoleon-cybulski-pionier-fizjologii-i-endokrynologii/> (data dostępu: 2024/10/10).
26. Zhu M. (2017), *Jennifer Doudna and Emmanuelle Charpentier's Experiment About the CRISPR/cas 9 System's Role in Adaptive Bacterial Immunity (2012)*, Arizona State University, dostępne w: <https://embryo.asu.edu/pages/jennifer-doudna-and-emmanuelle-charpentiers-experiment-about-crisprcas-9-systems-role-adaptive> (data dostępu: 2024/11/15).

13. Spis rysunków

Rys. 1. Porównanie rekonstrukcji twarzy z portretem Mikołaja Kopernika.....	4
Rys. 2. XXI-wieczny grób Mikołaja Kopernika w katedrze fromborskiej.....	6
Rys. 3. Napoleon Cybulski.....	7
Rys. 4. Jubileusz Napoleona Cybulskiego w Krakowie, 1910 rok.....	8
Rys. 5. Henryk Becquerel oraz Piotr i Marie Curie – laureaci nagrody Nobla z fizyki w roku 1903.....	12
Rys. 6. Wyobrażenie polonu i radu.....	13
Rys. 7. Józef Hofmann.....	15
Rys. 8. Sala Metropolitan Opera House podczas koncertu Józefa Hofmanna.....	16
Rys. 9. Irena z mamą, Marią Skłodowską-Curie.....	18
Rys. 10. Irena i Fryderyk Joliot-Curie.....	20
Rys. 11. Koło uważane za jeden z najważniejszych wynalazków człowieka.....	21
Rys. 12. Model prototypu maszyny parowej niskiego ciśnienia z cylindrem pionowym typu Jamesa Watta przystosowanej do przepompowywania wody.....	25
Rys. 13. Dynamit – przełomowy materiał wybuchowy XIX wieku.....	26
Rys. 14. Pierwszy produkowany seryjnie w Polsce telewizor typu „Wisła”.....	29
Rys. 15. Bakteria – naturalne źródło mechanizmu CRISPR-Cas9.....	31

