

Joanna Prystrom

ANATOMIA INNOWACJI: OD PRZESZŁOŚCI DO PRZYSZŁOŚCI



Joanna Prystrom

ANATOMIA INNOWACJI: OD PRZESZŁOŚCI DO PRZYSZŁOŚCI



Białystok 2025

Recenzenci:

prof. dr hab. Piotr Niedzielski (US)

dr hab. Katarzyna Czerewacz-Filipowicz, prof. PB

Opracowanie graficzne:

Marek Owieczko

Redakcja i korekta:

Urszula Tatur

Skład i redakcja techniczna:

Wiesław Wróbel

© Copyright by Uniwersytet w Białymstoku, Białystok 2025

ISBN 978-83-7431-861-7

Wydanie publikacji zostało sfinansowane ze środków

Wydziału Ekonomii i Finansów Uniwersytetu w Białymstoku

Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku

ul. Ciołkowskiego 1M, 15-245 Białystok

tel. 85 745 71 20, 85 745 70 59

wydawnictwo@uwb.edu.pl

wydawnictwo.uwb.edu.pl

Druk i oprawa

TOTEM.COM.PL

Spis treści

Wprowadzenie	9
I Innowacja – ewolucja koncepcji i jej wpływ na świat	13
II Architektura innowacji – jak zmieniał się jej model?	23
III Pierwsze kroki kreatywności – innowacje starożytności	37
IV Okres średniowiecza i owoce ówczesnej innowacyjności	45
V Rewolucja przemysłowa jako czynnik rozwoju innowacji na świecie ..	55
VI Współczesność – trzecia i czwarta rewolucja przemysłowa	69
VII Patent na postęp – ewolucja ochrony wynalazczości	87
VIII Ikony innowacyjności – sylwetki wybranych innowatorów na przestrzeni historii	103
IX „DNA” i perspektywa dalszego rozwoju innowacji	121
Zakończenie	133
Bibliografia	135

Uczeni i sławni o innowacjach

Wybrane cytaty

Dajcie mi punkt oparcia, a poruszę cały glob! (Archimedes)

Szczęście sprzyja odważnym (Wergiliusz, Eneida)

Zmiana to jedyna stała rzecz w życiu (Heraklit z Efezu)

Nie ma substytutu dla ciężkiej pracy (Thomas Edison)

*Kreatywność to łączenie rzeczy, które nigdy wcześniej nie były połączone
(Albert Einstein)*

Innowacje to zdolność przekształcania wiedzy w wartość (John Naisbitt)

Nie wprowadzać innowacji, to znaczy umierać (Christopher Freeman)

*Najlepszym sposobem przewidywania przyszłości jest jej tworzenie
(Peter Drucker)*

Innowacje biorą się z twórczego burzenia (Yoshihisa Tabuchi)

Innowacja oznacza mówić „nie” tysiącom rzeczy (Steve Jobs)

*Innowacją jest idea, praktyka lub obiekt, które zdaniem jednostek je przyjmujących
są postrzegane za nowe (Everett M. Rogers)*

Jeśli nie tworzysz czegoś nowego, to nie rozwijasz się (Jeff Bezos)

Innowacja to klucz do sukcesu w dzisiejszym świecie (Bill Gates)

Wprowadzenie

Historia gospodarcza innowacji to niezwykle złożony i z całą pewnością godny uwagi proces, który można analizować w perspektywie tysięcy lat i uznać za kluczowy czynnik determinujący rozwój gospodarczy, społeczny i technologiczny.

W ujęciu syntetycznym kolejne etapy tego procesu obejmują: starożytność, średniowiecze, XVIII–XIX w. i okres rewolucji przemysłowej, a także współczesność.

Innowacje w gospodarce są zauważalne już w czasach starożytnych, kiedy wynalezienie rolnictwa (rewolucja neolityczna ok. 10 000 lat temu) wywarło fundamentalny wpływ na rozwój społeczeństw. Pierwsze systemy irygacyjne, rozwój metalurgii (najpierw brązu, a później żelaza) oraz wynalezienie pisma (Mezopotamia, ok. 3000 r. p.n.e.) przyczyniły się do wzrostu produkcji rolnej, handlu i organizacji państw.

W okresie średniowiecza, choć tempo innowacji było wolniejsze niż w czasach starożytnych, rozwój technologii rolniczych (m.in. trójpółowki i pług żelazny) oraz wynalezienie młyna wodnego i wiatraków znacząco zwiększyły wydajność produkcji. W XII–XIII w. zaczęły powstawać pierwsze europejskie uniwersytety, co sprzyjało rozwojowi wiedzy i techniki.

Był to również jeden z najważniejszych etapów w historii innowacji gospodarczych. W XVIII w. rozpoczęła się rewolucja przemysłowa, która radykalnie zmieniła sposób produkcji oraz funkcjonowania społeczeństw. Wynalezienie maszyny parowej przez Jamesa Watta w 1769 r., rozwój przemysłu tekstylnego i hutnictwa, a także budowa kolei i systemów transportowych przyczyniły się do dynamicznego rozwoju przemysłowego oraz gwałtownej

urbanizacji. W tym czasie pojawiły się również pierwsze korporacje i systemy patentowe, chroniące prawa innowatorów i sprzyjające dalszemu postępowi technologicznemu.

Wiek XX był czasem rewolucji technologicznej, napędzanej przez liczne przełomowe wynalazki w dziedzinie elektryczności, motoryzacji, lotnictwa i komunikacji. Wynalezienie silnika spalinowego, rozwój elektrowni oraz pierwsza masowa produkcja samochodów (np. Ford Model T) znacząco wpłynęły na gospodarkę światową. Po II wojnie światowej dynamicznie rozwijały się komputery i elektronika, co zapoczątkowało nową falę innowacji określaną mianem ery cyfrowej. Wynalezienie internetu w latach 60. i 70. XX w. oraz pojawienie się komputerów osobistych w latach 80. zrewolucjonizowało gospodarkę globalną, wprowadzając świat w epokę informacyjną.

Obecnie innowacje w gospodarce są napędzane przez technologie cyfrowe, robotykę, sztuczną inteligencję, biotechnologię oraz energetykę odnawialną. Internet, jako globalna sieć komunikacyjna, oraz rozwój startupów technologicznych (takich jak Google, Amazon czy Apple) zmieniają sposób funkcjonowania rynków, przedsiębiorstw oraz konsumentów. Inwestycje w badania i rozwój (B+R) stały się kluczowym warunkiem przetrwania oraz dalszego wzrostu gospodarek na całym świecie.

Można stwierdzić, że historia ludzkości jest w istocie historią innowacji. To one napędzały rozwój cywilizacyjny, rewolucjonizowały sposoby życia i pracy, a niekiedy radykalnie zmieniały kierunek dziejów. Od pierwszych narzędzi wykonanych z kamienia, poprzez wynalezienie druku, maszyny parowej i elektryczności, aż po współczesną sztuczną inteligencję i biotechnologię – innowacje stanowiły i nadal stanowią fundament postępu. Ale czym tak naprawdę są? Czy to jedynie nowe technologie i wynalazki, czy raczej proces, który obejmuje zarówno ideę, jak i jej wdrożenie oraz oddziaływanie na społeczeństwo?

W niniejszej monografii skupiono się na innowacjach analizowanych z różnych perspektyw. Rozpoczynamy od refleksji nad ich istotą – czym są, jak powstają i jakie warunki sprzyjają ich rozwojowi. Analizie poddano modele innowacji, które z czasem ewoluowały od liniowego podejścia ku bardziej złożonym ekosystemom innowacyjnym. Przedstawiono narodowe systemy

innowacji i ich przeobrażenia, ukazując, jak państwa i gospodarki dostosowywały swoje strategie w dynamicznym świecie globalnej konkurencji.

Nie sposób mówić o innowacyjności bez uwzględnienia kontekstu historycznego. Dlatego też w kolejnych rozdziałach prześlędowano najważniejsze epoki i ich charakterystyczne przełomy technologiczne – od rewolucji agrarnej, przez industrializację, aż po erę cyfrową. Omówiono również rolę systemu patentowego jako mechanizmu ochrony i dyfuzji wiedzy, a także poddano analizie najważniejsze wynalazki i postaci, które odegrały kluczową rolę w kształtowaniu współczesnego świata.

Jednym z kluczowych zagadnień podjętych w monografii jest poszukiwanie „DNA innowacji” – uniwersalnych cech decydujących o powodzeniu nowych rozwiązań. Czy istnieje zestaw wspólnych elementów, które pozwalają przewidzieć, które innowacje odniosą sukces? Jakie czynniki – technologiczne, społeczne, ekonomiczne – determinują zdolność do wprowadzania zmian?

Na koniec uwagę skierowano ku przyszłości – jak mogą wyglądać kolejne dekady innowacyjności? Jakie trendy i wyzwania będą kształtować dalszy rozwój technologii? Czy innowacje przyszłości będą w stanie rozwiązać globalne problemy, czy raczej stworzą nowe wyzwania etyczne i społeczne?

Celem niniejszej publikacji jest zachęta do wspólnej refleksji nad historią, teraźniejszością i przyszłością innowacji – siły, która od wieków kształtuje świat i która nie przestaje ludzkości zaskakiwać.

Historyczne wzorce innowacji charakteryzują się złożonością, odzwierciedlającą niejednorodność i różnorodność podjętych procesów innowacyjnych, adekwatnie do zmieniających się potrzeb człowieka i gospodarek.

Publikacja kierowana jest do szerokiego grona odbiorców: przedstawicieli świata nauki, uczniów i studentów, polityków, przedsiębiorców, a także wszystkich osób zainteresowanych problematyką innowacji.

Innowacja – ewolucja koncepcji i jej wpływ na świat

Rozpoczynając niniejsze rozważania, można stwierdzić, że istota innowacji stanowi pojęcie niezwykle szerokie. Niewątpliwie jest to zjawisko obecne niemal na każdej płaszczyźnie współczesnego życia, choć jego przejawy odnajdujemy już w czasach starożytnych. Co więcej, innowacja posiada wielowiekową historię oraz bogaty dorobek refleksji i prób wyjaśnienia jej znaczenia.

Nad istotą innowacji pochylał się już Arystoteles¹, dostrzegając w niej czynnik determinujący rozwój uwarunkowań społeczno-politycznych. Z kolei wpływ innowacji, zwłaszcza w formie zmian technicznych, na funkcjonowanie gospodarki zauważalny był już od XVIII–XIX w.²

Problematyka innowacji pojawiła się także w rozważaniach uczonych ok. 400 r. naszej ery, formułowanych w języku starołacińskim, a następnie w łacinie kościelnej, gdzie termin *innovatio* oznaczał odnowienie lub zmianę. W XIII w. pojęcie to pojawiło się także w językach romańskich: we francuskim jako *innovation*, a we włoskim w formach używanych m.in. przez Dantego (*innovare*) czy Machiavellego (*innovatore*)³.

¹ Jones A.R.B., Ross W.D., *The Metaphysics – Aristotle*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.

² Pawlik A., *Potencjał innowacyjny w rozwoju regionalnym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce 2012, s. 27.

³ Marciniak S., *Innowacyjność i konkurencyjność gospodarki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 15; Woźniak T., *Innowacyjność w ujęciu podmiotowym. Uwarunkowania instytucjonalne*, PWE, Warszawa 2012, s. 19.

Dopiero jednak w dziełach ekonomistów klasycznych – A. Smitha i D. Ricardo – innowacje zaczęły być traktowane jako element rozwoju gospodarczego. Współcześnie można stwierdzić, że pojęcie innowacji stało się wszechobecne, a wachlarz prób jego zdefiniowania jest niezwykle szeroki. Za prekursora systematycznych badań nad innowacją w naukach ekonomicznych powszechnie uznaje się Josepha A. Schumpetera, który na początku XX w. upowszechnił teorię innowacji, odnosząc ją do mechanizmów koniunktury gospodarczej. Rozwój gospodarczy przedstawiał jako proces pozytywnych zmian napędzanych przez innowacje, rozłożony w czasie. W jego ujęciu innowacja była nową kombinacją istniejących możliwości i pełniła istotną funkcję rozwojową, zwłaszcza w odniesieniu do dynamiki gospodarczej⁴.

Tabela 1 zawiera przegląd wybranych definicji pojęcia innowacji, z uwzględnieniem ujęcia mikro- i makroekonomicznego, opracowanych przez autorów z różnych stron świata.

Tabela 1. Przegląd definicji innowacji w literaturze światowej

Autor	Definicja
Innowacja to	
J.A. Allen	wprowadzanie do wszechstronnego użytku nowych produktów, procesów bądź sposobów działania ⁵
F. Budziński	realizacja i wykorzystanie wynalazku w przedsiębiorstwie, które umożliwia jego użytkowanie na szeroką skalę ⁶
J. Czupiał	wytworzenie i wprowadzenie do sprzedaży oraz użytku nowego produktu, jak również wykorzystanie nowego procesu uzyskiwania znanych już wcześniej produktów ⁷

⁴ Fagerberg J., *Innovation a guide to the literature*, [w:] Fagerberg J., Mowery D.C., Nelson R.R., *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, New York 2005, s. 6.

⁵ Allen J.A., *Scientific innovation and Industrial Prosperity*, Longman, London 1966, s. 7.

⁶ Budziński F., *Rola postępu naukowo-technicznego w rozwoju gospodarczym*, PAN, Kraków 1972, s. 22.

⁷ Czupiał J., *Zarys metodologii planowania i oceny przedsięwzięć badawczo-rozwojowych*, PWN, Warszawa 1988, s. 50.

Autor	Definicja
P.F. Drucker	„szczególne narzędzie przedsiębiorców”, dzięki któremu z zaistniałej zmiany czynią okazję do podjęcia nowej działalności gospodarczej lub możliwość świadczenia nowych usług ⁸ . Co ważne, innowacje obejmują wszystkie sfery działalności przedsiębiorstwa. Mogą bowiem dotyczyć zmian w produktach, cenach, wykorzystywanych strategiach marketingowych ⁹
A.A. Ferraresi, C.O. Quandt, S.A. dos Santos, J.R. Frega	proces przekształcania wiedzy w wartość przez zastosowanie nowych lub udoskonalonych produktów, procesów i systemów. To również tworzenie nowej wartości dla przedsiębiorstwa, jego interesariuszy i klientów ¹⁰
B. Fiedor	każda zmiana w danych właściwościach funkcji produkcji ¹¹
Ch. Freeman	pierwsze handlowe wprowadzenie nowego produktu lub procesu na rynek ¹²
R.W. Griffin	wysiłek podmiotu gospodarczego skierowany na rzecz opracowania i stworzenia nowych produktów i usług, a nawet nowych zastosowań już istniejących produktów i usług ¹³
A.J. Harman	wprowadzenie nowych lub ulepszonych produktów bądź procesów na rynek ¹⁴
E. Hagen	organizowanie produkcji opartej na nowych pomysłach służących celom innowatorów lepiej niż stare ¹⁵
A.H. Jasiński	zmiana lub też nowość, jednak należy pamiętać, że nie każda nowość czy też zmiana zasługuje na miano innowacji ¹⁶
P.H. Kotler	nie tylko nowe wynalazki i opracowania, ale również rzeczy, które w danym momencie i na danej płaszczyźnie pojawiały się po raz pierwszy ¹⁷

⁸ Drucker P.F., *Innowacje i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady*, PWE, Warszawa 1992, s. 40 – 45.

⁹ Drucker P.F., *The Practice of Management*, Heinemann, London 1968, s. 58.

¹⁰ Ferraresi A.A., Quandt C.O., dos Santos S.A., Frega J.R., *Knowledge management and strategic orientation: leveraging innovativeness and performance*, „Journal of Knowledge Management” 5, 2012, s. 690.

¹¹ Fiedor B., *Teoria innowacji*, PWN, Warszawa 1979, s. 31.

¹² Freeman Ch., *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter, London 1982, s. 7.

¹³ Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996, s. 646.

¹⁴ Harman A.J., *The International Computer Industry. Innovation and Comparative Advantage*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1971, s. 151–169.

¹⁵ Janasz W., Kozioł K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 2007, s. 13.

¹⁶ Jasiński A.H., *Innowacyjność w gospodarce Polski. Modele, bariery, instrumenty wsparcia*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2014, s. 9.

¹⁷ Kotler Ph., *Marketing*, Wydawnictwo Gebethner, Warszawa 1994, s. 322.

Autor	Definicja
S. Kuznets	pierwsze bądź ponowne zastosowanie starej lub nowej wiedzy do procesu produkcji, które w rezultacie skutkuje zastosowaniem opracowanego wynalazku ¹⁸
S.M. Lee, D.L. Olson, S. Trimi	każda nowa idea lub podejście, które jest zastosowane w zasadniczo różny sposób do wytworzenia wartości dla organizacji lub interesariuszy (klienci, dostawcy, partnerskie organizacje, społeczności, rządy, a nawet ogólnego dobra ludzkości) ¹⁹
E. Mansfield	pierwsze praktyczne zastosowanie uzyskanych rezultatów aktywności B+R, co ściśle wiąże się ze sferą naukową i jej wynikami ²⁰
P. Niedzielski, K. Rychlik	wynalazek, który ma określone wykorzystanie, ale również to proces zarządzania, który obejmuje różne czynności, prowadzące do tworzenia, rozwijania i wprowadzania nowych wartości w produktach lub nowych połączeń środków i zasobów, które stają się nowością dla tworzącej lub wprowadzającej je jednostki ²¹
J. Parker	proces obejmujący wszelkie działania, które prowadzą nowy produkt lub metodę wytwarzania do jego praktycznego zastosowania ²²
A. Pomykalski	Proces, który obejmuje wszystkie działania związane z kreowaniem pomysłu, powstawaniem wynalazku, a następnie wdrażaniem nowego lub ulepszonego produktu, usługi bądź procesu organizacji ²³
M.E. Porter	ulepszenia technologiczne i lepsze metody wykonywania danej rzeczy, produktów, procesów produkcji, sposobów dystrybucji czy też zarządzania i strategii marketingowych ²⁴
E.M. Rogers	idea, praktyka lub obiekt, które zdaniem jednostek je przyjmujących są postrzegane jako nowe ²⁵
R. Lucas	proces, warunkowany m.in. przez kapitał ludzki, a to wszystko jest jedną z najważniejszych determinant rozwoju gospodarczego ²⁶

¹⁸ Kuznets S., *Six Lectures on Economic Growth*, Free Press, Chicago 1959, s. 30.

¹⁹ Lee S.M., Olson D.L., Trimi S., *Co-innovation: convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values*, „Management Decision” 5, 2012, s. 818.

²⁰ Mansfield E., *The Economics of Technological Change*, W.W. Norton and Co, New York 1968, s. 1.

²¹ Niedzielski P., Rychlik K., *Innowacje i kreatywność*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2006, s. 21.

²² Tamże, s. 14.

²³ Pomykalski A., *Zarządzanie innowacjami*, PWN, Warszawa 2011, s. 17.

²⁴ Porter M.E., *The Competitive Advantage of Nations*, The Macmillan Press LTD, London 1990, s. 45.

²⁵ Rogers E.M., *Diffusion of innovations*, Free Press, New York 2003, s. 12.

²⁶ Lucas R., *On the Mechanisms of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics” 22, 1988, s. 5–7.

Autor	Definicja
G. Silverberg	wynik oddziaływania czynników wewnętrznych, takich jak wydatki przeznaczane przez krajowe podmioty gospodarcze na działalność B+R bądź inwestycje w wykształcenie kapitału ludzkiego ²⁷
J. Duraj, M. Papiernik-Wojdera	koncepcja, rezultat oraz proces. W ujęciu koncepcyjnym innowację sprowadzić można do efektu ludzkiej działalności, pomysłu, idei lub czegoś, co przybiera postać niematerialną, którą trudno jest zmierzyć. Innowację jako rezultat obejmują powstanie nowych wyrobów, metod produkcji, usług, koncepcji zarządzania, komunikacji, uregulowań prawnych, norm społecznych, a także kształtowanie nowych postaw, zachowań konsumentów, pracowników, właścicieli itp. Rozumienie innowacji jako procesu pojmowane jest jako wiele różnorodnych oraz współzależnych subprocesów, które mają charakter twórczy, techniczny, technologiczny, ekonomiczny, prawny, społeczny itd. Z kolei, w ujęciu procesowym, innowacją to zmiana w ujęciu pozytywnym produktów, sposobów zaangażowania kapitału, a także środków i algorytmów transformacji strumieni wejść i wyjść w relacji do istniejącego stanu ²⁸

Źródło: opracowanie własne na podstawie Prystrom J., *Wybrane problemy monitorowania innowacyjności gospodarek krajów UE*, PTE. Oddział w Białymstoku, Białystok 2018, s. 12–15.

Jak można zauważyć, szeroki zakres spojrzeń na istotę innowacji na płaszczyźnie gospodarczej umożliwia różnorodne podziały tego pojęcia, zarówno z perspektywy mikroekonomicznej – obejmującej dziesięć pierwszych prób jego wyjaśnienia – jak i makroekonomicznej, do której należą pozostałe ujęcia. Warto też zwrócić uwagę na czasową rozpiętość analizowanych definicji: jedne z nich są do siebie zbliżone, inne natomiast wyraźnie się różnią.

Reasumując, innowację można określić jako proces wprowadzania nowych lub znacząco ulepszonych produktów, usług, procesów, technologii bądź modeli biznesowych, które niosą ze sobą pozytywne efekty dla użytkowników, organizacji i społeczeństwa. Jak widać, definicje te różnią się między sobą w zależności od kontekstu, jednak kilka z podejść można uznać za dominujące i powszechnie stosowane.

²⁷ Silverberg G., Soete L., *The Economics of Growth and Technical Change*, E. Elgar, Brookfield 1994, s. 21.

²⁸ Duraj J., Papiernik-Wojdera M., *Przedsiębiorczość i Innowacyjność*, Difin, Warszawa 2010, s. 62.

Pierwszym z nich jest ujęcie Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD), która za innowacje traktuje wdrożenie nowego lub istotnie ulepszanego produktu (towaru bądź usługi), procesu, nowej metody marketingowej czy też organizacyjnej²⁹.

Istotne znaczenie i powszechne uznanie zyskała koncepcja prekursora innowacji w naukach ekonomicznych – J. Schumpetera. Schumpeterowska koncepcja, stanowiąca jedną z pierwszych spójnych teorii innowacji, definiuje ją jako wprowadzanie nowych produktów, metod produkcji, otwieranie nowych rynków, pozyskiwanie nowych źródeł surowców lub półproduktów, a także dokonywanie przemian strukturalnych w przemyśle³⁰.

Ujęcie innowacji technologicznych odnosi się do tworzenia i wprowadzania nowych technologii, które mają zdolność do radykalnej zmiany sposobu funkcjonowania przedsiębiorstw.

Innowacja społeczna oznacza natomiast wprowadzanie nowych rozwiązań ukierunkowanych na zaspokajanie potrzeb społecznych. Obejmuje to m.in. nowatorskie podejścia w edukacji, ochronie zdrowia czy działania na rzecz włączenia społecznego.

Innowacja zarządcza zaś dotyczy wdrażania nowych sposobów zarządzania w organizacjach, które poprawiają ich efektywność lub zwiększają zdolność adaptacyjną wobec zmieniającego się otoczenia.

Innowacje są kluczowe dla wzrostu konkurencyjności gospodarek, organizacji oraz pojedynczych jednostek. Mogą mieć charakter zarówno stopniowy (inkrementalny), jak i radykalny (przełomowy).

Szeroki wachlarz prób wyjaśnienia zjawiska innowacji niesie ze sobą ich obfitą klasyfikację rodzajową. Jednym z podstawowych podziałów, opartym na skutkach wprowadzanych zmian, jest rozróżnienie na innowacje produktowe oraz procesowe³¹.

²⁹ OECD *Science & Technology Outlook*, OECD, Paris 2008, s. 23–24.

³⁰ Schumpeter J.A., *Teoria wzrostu gospodarczego*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1960, s. 104.

³¹ Prystrom J., *Innowacje w procesie rozwoju gospodarczego. Istota i uwarunkowania*, Difin, Warszawa 2012, s. 18.

Innowacje produktowe dotyczą wszelkich zmian polegających na udoskonalaniu już istniejących wyrobów lub wprowadzaniu do oferty nowych produktów³². Mamy z nimi do czynienia wtedy, gdy przedsiębiorstwo wprowadza na rynek nowe produkty czy rozwiązania służące do zaspokajania nowych potrzeb lub udoskonala wyroby już wytwarzane. Innowacja procesowa natomiast odnosi się do wprowadzania nowych sposobów wytwarzania lub doskonalenia już istniejących technik produkcji.

Innowacja organizacyjna obejmuje zmiany w funkcjonowaniu organizacji, podejmowane w celu podniesienia efektywności działań (np. poprzez zastosowanie nowych metod marketingu czy zarządzania). Innowacje produktowe można ponadto podzielić na dwie grupy³³:

1. Radykalnie nowe produkty – oznaczające wyrób, którego zamierzone zastosowanie, właściwości czy wzór istotnie różnią się od uprzednio wytwarzanych; mogą to być nowe produkty w skali przedsiębiorstwa, kraju lub świata;
2. Ulepszające innowacje produktowe, czyli zmiany dokonywane w istniejących produktach.

Innowacje procesowe z kolei polegają na wprowadzaniu przez przedsiębiorstwa nowych maszyn i urządzeń, dzięki którym możliwe jest wytwarzanie nowych lub ulepszonych produktów³⁴.

Jeszcze inna, godna wspomnienia klasyfikacja innowacji, dokonana zgodnie z kryterium oryginalności zmian innowacyjnych, wyróżnia innowacje kreatywne (pionierskie) oraz imitujące (adaptowane). Innowacje kreatywne dotyczą odkryć i wynalazków, które stanowią samodzielny wytwór danej grupy i mają doniosłe znaczenie, zaś innowacje imitujące powstają w wyniku naśladowstwa i rozpowszechniania oryginalnych osiągnięć³⁵.

³² Stawasz E., *Innowacje a mała firma*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1999, s. 14.

³³ Janasz W., Kozioł K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 2007, s. 20.

³⁴ Kuznets S., *Secular Movements in Production and Prices*, Riverside Press, Boston 1930, s. 19.

³⁵ Spruch W., *Strategia postępu technicznego. Wstęp do teorii*, PWN, Warszawa 1976, s. 37–38.

Innowacje twórcze, określane również jako kreatywne, ujmuje się także metaforycznie jako zdobywanie „ziemi nieznanej”, torowanie głównych szlaków cywilizacji technicznej oraz wciskanie się w luki rozwoju, czyli opanowywanie dziedzin nieodkrytych. Innowacje imitujące dotyczą zaś strategii podążania utartymi już szlakami³⁶.

Dalsza analiza historii i rozwoju innowacji potwierdzi wspomnianą klasyfikację rodzajową, ukazując zarówno liczne nowatorskie, pionierskie odkrycia i opracowania, jak i wiele rozwiązań imitujących, których ulepszenie lub unowocześnienie stawało się kolejną innowacją, usprawniającą pewien proces bądź działanie.

Podsumowując, można stwierdzić, że istota innowacji i jej ewolucja wywierają fundamentalny wpływ na rozwój cywilizacji, kształtując gospodarkę, społeczeństwo i technologie. Oto kluczowe aspekty tego wpływu:

1. Rozwój gospodarczy i technologiczny
 - » innowacje napędzają wzrost gospodarczy poprzez zwiększanie wydajności produkcji i tworzenie nowych rynków;
 - » ewolucja innowacji – od ręcznych narzędzi po sztuczną inteligencję – prowadzi do automatyzacji i zwiększonej produktywności;
2. Zmiany społeczne i kulturowe
 - » innowacje w komunikacji (druk, radio, internet, media społecznościowe) zmieniają sposób, w jaki ludzie się uczą, pracują i integrują;
 - » przemiany w medycynie i biotechnologii wydłużają życie i poprawiają jego jakość;
3. Wpływ na środowisko i zrównoważony rozwój
 - » nowe technologie pozwalają na efektywniejsze wykorzystanie zasobów, ale jednocześnie mogą generować nowe wyzwania ekologiczne;
 - » ekoinnowacje, takie jak energia odnawialna czy recykling, pomagają minimalizować negatywny wpływ na planetę;

³⁶ Madej Z., *Nauka i rozwój gospodarczy*, PWE, Warszawa 1970, s. 13.

4. Przemiany geopolityczne i globalna konkurencyjność
 - » kraje inwestujące w innowacje zyskują przewagę na arenie międzynarodowej, np. USA i Chiny w dziedzinie sztucznej inteligencji (AI) czy eksploracji kosmosu;
 - » współczesna „wojna technologiczna” kształtuje nowe układy sił na świecie;
5. Przyszłość: Mars, wspomniana już AI i tzw. postludzka cywilizacja³⁷?
 - » rozwój innowacji prowadzi do eksploracji kosmosu, potencjalnej kolonizacji innych planet i pojawienia się nowych form inteligencji (AI, transhumanizm³⁸);
 - » DNA innowacji sugeruje, że ich ewolucja jest nieunikniona i może prowadzić do radykalnych zmian w samej naturze człowieka.

Współczesne procesy innowacyjne ujawniają silną zależność od dynamiki otoczenia geopolitycznego oraz od zdolności gospodarek do reagowania na globalne kryzysy. Pandemia COVID-19 stała się tego wyrazistym przykładem, istotnie wpływając na funkcjonowanie międzynarodowych projektów infrastrukturalnych, w tym wybranych lądowych szlaków transportowych Inicjatywy Pasa i Szlaku przebiegających przez Polskę.

Badania wskazują, że zakłócenia logistyczne, ograniczenia mobilności, zmienność popytu oraz napięcia polityczne doprowadziły do spowolnienia rozwoju niektórych tras, ujawniając kruchość innowacji zależnych od globalnych łańcuchów dostaw³⁹. Przypadek ten pokazuje, że innowacje infrastrukturalne nie mogą być analizowane wyłącznie z perspektywy technologicznej – wymagają równoległego uwzględnienia czynników społecznych, instytucjonalnych i geostrategicznych.

³⁷ Postludzka cywilizacja to wizja przyszłej cywilizacji, która wykracza poza obecny poziom rozwoju człowieka. Może obejmować zmiany w naturze człowieka, możliwe dzięki zaawansowanym technologiom, takim jak sztuczna inteligencja, inżynieria genetyczna czy interfejs mózg-maszyna.

³⁸ Transhumanizm to filozoficzny nurt opierający się na wykorzystaniu zaawansowanej technologii do poprawy zdolności umysłowych i fizycznych człowieka.

³⁹ Czerewacz-Filipowicz, K., *Will COVID-19 bury dreams of some overland routes of the Chinese Belt and Road Initiative?*, „Area Development and Policy” 7(3), 2022, s. 322–349.

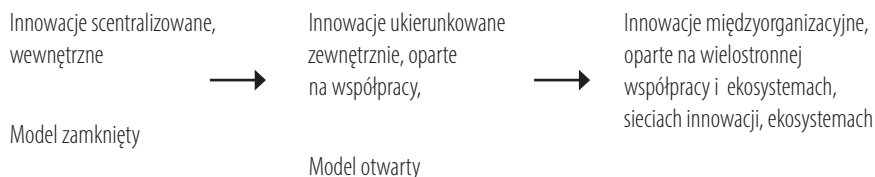
Reasumując powyższe rozważania, można stwierdzić, że innowacje nie są zjawiskiem statycznym. Ich ewolucja jest nieustannym procesem, który współtworzy i definiuje przyszłość ludzkości.

II

Architektura innowacji – jak zmieniał się jej model?

Omawiając istotę innowacji i biorąc pod uwagę historię tego zjawiska, warto przedstawić jej znaczenie w odniesieniu do modelu ewolucyjnego, który – w wyniku postępu globalizacyjnego, technologicznego, społecznego czy gospodarczego – ulega ciągłym przeobrażeniom (rysunek 1).

Rysunek 1. Rozwój modelu innowacji



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Open innovation 2.0 yearbook 2016*, European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, 2016, s. 18.

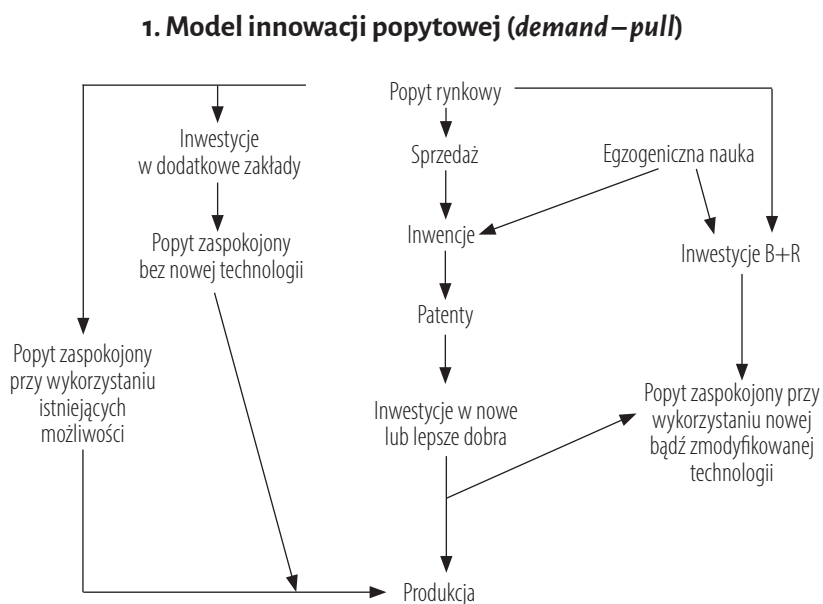
Można dostrzec, że wraz z postępującą globalizacją ewolucji ulega także sam model innowacji. W wyniku oddziaływania rozmaitych determinant rośnie znaczenie współpracy między różnymi obszarami, które warunkują dalszą zdolność innowacyjną. Co więcej, nieodzowna okazuje się sprawna komunikacja między wszystkimi zaangażowanymi środowiskami¹.

¹ Prystrom J., *Wybrane problemy...*, s. 15.

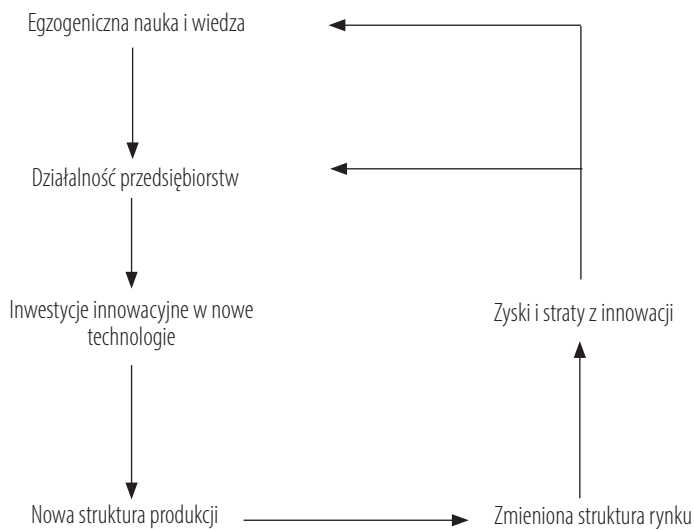
Ewolucja modelu innowacji jest natomiast procesem złożonym, który odzwierciedla zachodzące przemiany społeczno-gospodarcze. W ich następstwie rozwijają się i udoskonalają metody oraz strategie wytwarzania innowacyjnych produktów i usług.

Analizując rozwój modelu innowacji, rozważania wypada rozpocząć od modelu liniowego. Tradycyjny model liniowy, popularny w połowie XX w., opierał się na założeniu, że innowacje powstają według uporządkowanej sekwencji kroków, na którą składają się badania podstawowe (obejmujące odkrycia naukowe), badania stosowane (zaawansowane badania nad nowymi rozwiązaniami) oraz wdrożenie, a dokładniej komercjalizacja opracowanych innowacji. Wraz z postępującymi procesami globalizacyjnymi model ten był coraz częściej krytykowany za nadmierne uproszczenie procesu innowacji, całkowicie pomijające interakcje z otoczeniem. Dalsze etapy rozwoju modelu innowacji przedstawia rysunek 2.

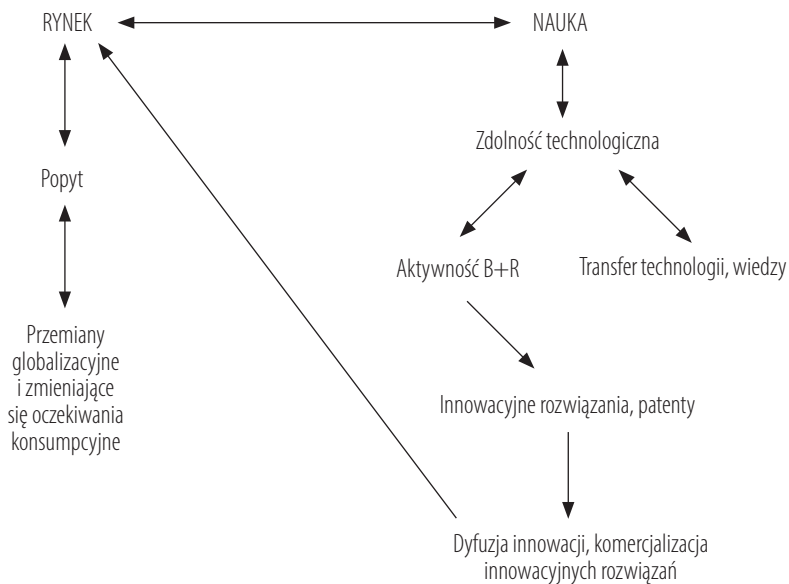
Rysunek 2. Ewolucja modelu innowacji



2. Model innowacji podaźowej (*technology-push*)



3. Sprzężony model innowacji



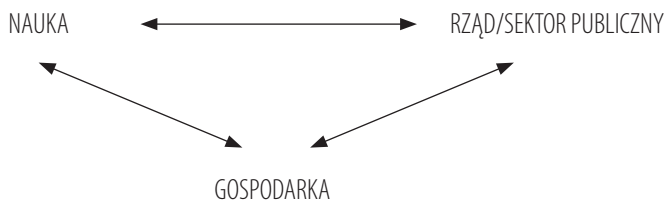
4. Zintegrowany model innowacji równoległy



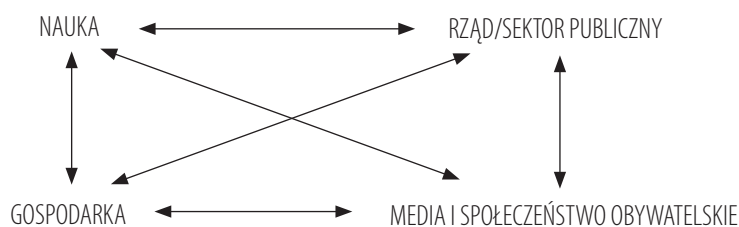
5. Model innowacji zintegrowany, sieciowy



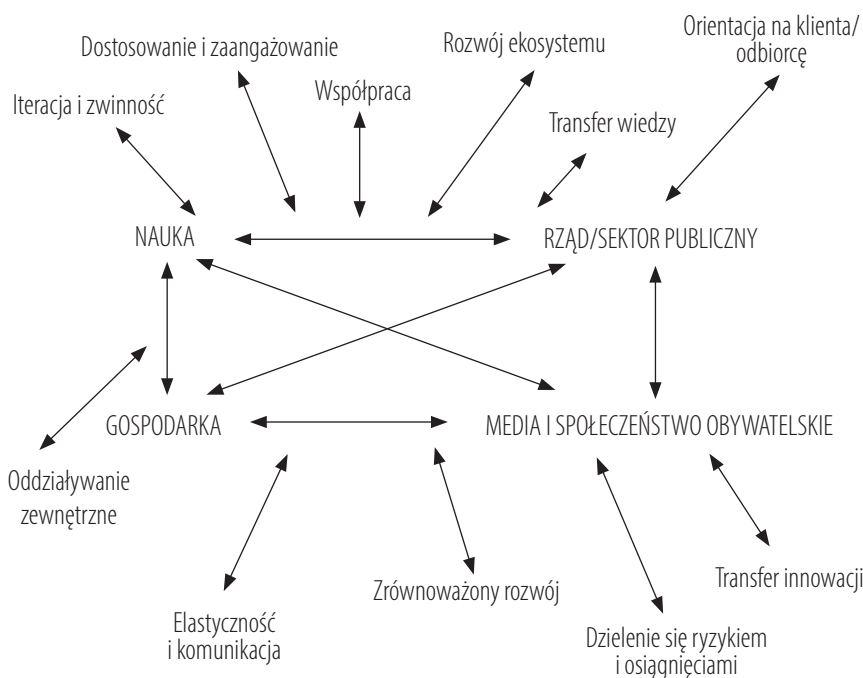
6. Model innowacji oparty na koncepcji potrójnej spirali *Triple Helix*



7. Model innowacji oparty na koncepcji poczwórnej spirali (*Quadruple Helix*)



8. Model innowacji otwartej (*Open Innovation*)



Źródło: opracowanie własne na podstawie Freeman Ch., Clark J., Soete L., *Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development*, Pinter, London 1982, s. 39; Prystrom J., *Wybrane problemy...*, s. 18–21.

Model popytowy zakładał, że innowacja jest efektem oddziaływania rynku, a dokładniej informacji płynących z niego na temat aktualnego zapotrzebowania: do podmiotów gospodarczych prowadzących działalność innowacyjną docierają sygnały o aktywności konkurencji i potrzebach konsumentów, które prowadzą do podejmowania aktywności B+R. W rezultacie skłania to przedsiębiorstwa do podjęcia działań badawczo-rozwojowych, których celem jest opracowanie nowatorskich produktów i usług, zaspokojenie zmieniających się oczekiwań klientów, a tym samym osiągnięcie zakładanych zysków i dalszego rozwoju².

Z kolei podażowa koncepcja modelu innowacji ograniczała zakres rozumienia technologii, postępu technicznego i innowacji do aktywności badawczo-rozwojowej³.

Zespołeniem podejścia popytowego i podażowego jest model sprzężony, który łączy ze sobą sferę rynku i nauki. Co istotne, wyróżnia go silna zależność między potrzebami a możliwościami technologicznymi, w ramach której intensywność B+R i marketingu jest zrównoważona⁴.

Kolejny model – zintegrowany, zwany także równoległym – uwzględnia założenia wcześniejszych modeli opartych na sekwencyjnym przepływie informacji, a jednocześnie rozwija je o inspiracje zaczerpnięte z japońskiej praktyki innowacyjnej, która bazuje na funkcjonalnej integracji, sprzężeniu działań oraz jednoczesności realizacji różnych funkcji, możliwej dzięki skutecznemu dzieleniu się informacją między uczestniczącymi podmiotami. W efekcie model ten pozwala na bardziej efektywne przetwarzanie informacji, co w latach 80. i 90. XX w. zapewniło japońskim przedsiębiorstwom, szczególnie z branży samochodowej i elektronicznej, znaczną przewagę konkurencyjną nad firmami amerykańskimi i europejskimi⁵. Piąta generacja modeli

² Prystrom J., *Innowacje w procesie rozwoju gospodarczego...*, s. 14.

³ Fiedor B., *Neoklasyczna teoria postępu technicznego. Próba systematyzacji i krytycznej analizy*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 1986, s. 152-153.

⁴ Jasiński A.H., *Innowacje techniczne a działalność marketingowa*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania, Warszawa 1998, s. 13.

⁵ Wojnicka E., *Popytowe podejście do innowacji - charakterystyka koncepcji*, PARP, Warszawa 2011, s. 7, http://pi.gov.pl/PARPFiles/file/INNOWACYJNA_FIRMA/KIP/Prezentacje/E_Wojnicka%281%29.pdf [dostęp: 08.09.2017].

innowacji – model zintegrowany, zwany także sieciowym – ujmuje innowacje jako efekt zintegrowanego, równoległego rozwoju i zastosowania systemów eksperckich, modelowania symulacyjnego, współpracy oraz innych powiązań z brzegowymi klientami i dostawcami, zarówno w zakresie badań, jak i marketingu⁶.

Z biegiem czasu oraz wraz z nasileniem się turbulencji warunków społeczno-gospodarczych coraz większego znaczenia zaczęła nabierać współpraca między światem nauki, gospodarki i sektorem publicznym. Wymiar tych relacji odzwierciedla wskazany w powyższej tabeli model *Triple Helix* (TH)⁷.

Nieco nowsze ujęcie konieczności zawiązywania współpracy uwzględnia koncepcję opartą na poczwórnej spirali (*Quadruple Helix*, QH). Prezentowany przez Carayannisa, Bartha i Campbella⁸ model rozszerza klasyczny system innowacji o media i społeczeństwo obywatelskie. Zdaniem autorów proces poczwórnej spirali sprzyja kształtowaniu się społeczeństwa opartego na wiedzy oraz demokracji opartej na wiedzy. Jak można zauważyć, model ten rozwija teorię innowacji opartą na modelu *Triple Helix*, zgodnie z którym twórcze powiązania między trzema helisami – uczelnią, przemysłem i rządem – wynikają z generowania nowej wiedzy, technologii oraz produktów i usług, dostarczanych w celu zaspokojenia nieustannie zmieniających się potrzeb społeczeństwa⁹.

Tak jak w drugiej połowie XX w. dominowało podejście zamknięte w zarządzaniu innowacjami, tak w kolejnym stuleciu rozwija się podejście otwarte. Coraz szybsze tempo życia, zmieniające się oczekiwania społeczne, rosnąca

⁶ Jasiński A., *Innowacje techniczne...*, s. 14.

⁷ Bojar M., Machnik-Słomka S., *Model potrójnej i poczwórnej helisy w budowaniu współpracy sieciowej dla rozwoju innowacyjnych projektów regionalnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Organizacja Zarządzanie” 76, 2014, s. 99, http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-7b4cb785-69c3-47a5-93c8-8f1f64c6b72e/c/bojar_model_76_2014.pdf [dostęp: 15.09.2017].

⁸ Carayannis E.G., Barth T.D., Campbell D.F.J., *The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation*, „Journal of Innovation and Entrepreneurship” 1(2), 2012, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2F2192-5372-1-2.pdf> [dostęp: 15.09.2017].

⁹ Bojar, Machnik-Słomka, *Model...*, s. 104.

konkurencja oraz coraz bardziej turbulentne uwarunkowania gospodarcze, polityczne i społeczne wymagają stałej współpracy między wszystkimi elementami modelu innowacji. Dzięki temu możliwe staje się osiągnięcie wielu cennych efektów w postaci wspólnych innowacyjnych rozwiązań, produktów lub opracowanych strategii działania. W wyniku tych przemian ukształtował się model innowacji otwartej, tzw. *open innovation*¹⁰.

Ewolucję modeli innowacji można określić mianem dynamicznego i wieloaspektowego procesu, który kształtuje sposób, w jaki podmioty gospodarcze tworzą i wdrażają nowe rozwiązania. Można stwierdzić, że poczynając od tradycyjnych modeli liniowych, a skończywszy na nowoczesnych podejściach, takich jak *open innovation*, każde z nich wnosi istotny wkład w zrozumienie i dalszy rozwój tego złożonego procesu.

Co więcej, w obliczu postępującej globalizacji, cyfryzacji, rosnącego tempa życia społeczno-gospodarczego oraz narastającej potrzeby zrównoważonego rozwoju, przyszłość modeli innowacji z pewnością będzie wymagała elastyczności, współpracy i twórczego myślenia. Jednocześnie przyniesie ona dalszą ewolucję tego procesu.

W niniejszym rozdziale dokonano przeglądu ewolucji modelu innowacji, ukazując, w jaki sposób historyczne przemiany oraz rozwój technologiczny kształtowały metody tworzenia i wdrażania przełomowych rozwiązań. Od początkowych, indywidualnych przejawów wynalazczości, przez epokę rewolucji przemysłowej, aż po współczesne, złożone ekosystemy innowacyjne – obserwujemy stały postęp, który skłania do redefinicji pojęcia innowacji.

Omówiono, w jaki sposób tradycyjne, hierarchiczne modele ustępują miejsca bardziej otwartym, interdyscyplinarnym strukturom, w których kluczową rolę odgrywa współpraca między różnymi sektorami oraz intensywna wymiana wiedzy. Przeanalizowano również wpływ globalnych trendów gospodarczych i kulturowych na rozwój innowacji, wskazując, że współczesne rozwiązania technologiczne są wynikiem synergii między postępow naukowym,

¹⁰ Prystrom J., *Wybrane problemy...*, s. 21-22.

dynamicznymi przemianami społecznymi oraz rosnącą integracją międzynarodowych systemów badawczych.

Ewolucja modeli innowacji nie oznacza jedynie zmiany narzędzi i metod – to przede wszystkim zmiana paradygmatu, która pozwala na ciągłe dostosowywanie się do wyzwań współczesnego świata. Wraz z postępem technologicznym oraz zwiększoną globalną współpracą można oczekiwać, że modele innowacyjne będą nadal ewoluować, tworząc fundament dla kolejnych przełomowych odkryć i transformacji społeczno-gospodarczych.

Transformacja Narodowego Systemu Innowacji

We współczesnych gospodarkach procesy innowacyjne podlegają głównie mechanizmom rynkowym, którym towarzyszy również – w zależności od historii i aktualnej sytuacji danego państwa – interwencja publiczna o zróżnicowanej sile oddziaływania. Przyjmuje ona formę polityki innowacyjnej, stanowiącej jeden z przykładów polityki strukturalnej współczesnego państwa¹¹.

Innowacje, a dokładniej mówiąc – zdolność innowacyjna poszczególnych gospodarek – od dawna są determinowane przez wiele różnych czynników. Wśród nich kluczową rolę odgrywają realizowana polityka innowacyjna oraz opracowywane i funkcjonujące systemy innowacji.

Aby założona polityka innowacyjna mogła być należycie realizowana, niezbędna jest pomoc ze strony rozmaitych instytucji, których obowiązkiem powinno być propagowanie, wspieranie i promowanie wszelkich inicjatyw proinnowacyjnych. Ich zespół tworzy Narodowy System Innowacji (NSI), uznawany za jedną z kluczowych determinant rozwoju innowacyjnego.

Narodowy, nazywany także krajowym, system innowacji obejmuje instytucje środowiska naukowego, podmioty gospodarcze oraz organizacje funkcjonujące w sferze przemysłu, usług, polityki i społeczeństwa. Obejmuje on

¹¹ Jasiński A.H., *Innowacje i transfer techniki w procesie transformacji*, Difin, Warszawa 2006, s. 190.

również szereg powiązań organizacyjnych, prawnych, finansowych i informacyjnych, których sprawne funkcjonowanie powinno być wspierane przez politykę innowacyjną państwa¹².

Innymi słowy, system innowacji to sieć organizacji, osób i instytucji, które współtworzą warunki sprzyjające opracowywaniu nowych technologii, co w następstwie prowadzi do wzrostu innowacyjności gospodarki krajowej oraz jej rozwoju gospodarczego. System innowacji można również rozumieć jako zestaw narzędzi wspomagających realizację programów tworzących politykę innowacyjną. Warto podkreślić, że istotą tej koncepcji jest współpraca między sferą nauki, biznesem i polityką publiczną, w której innowacyjność powinna być postrzegana jako jedna z kluczowych sił napędowych kondycji gospodarczej¹³.

Narodowe Systemy Innowacji stanowią istotną siłę napędową procesów rozwoju gospodarczego i technologicznego państw. Koncepcja NSI podkreśla znaczenie interakcji zachodzących między różnymi uczestnikami tegoż systemu.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że poszczególne elementy składowe Narodowego Systemu Innowacji są determinowane przez wiele czynników, do których można zaliczyć¹⁴:

- » bodźce ekonomiczne – perspektywy ekonomiczne i techniczne, poziom konkurencyjności;
- » bodźce międzynarodowe – relacje systemu innowacyjnego z innymi systemami, współpraca międzynarodowa dotycząca sfery B+R;
- » bodźce polityczne i prawne – ogólne warunki działania poszczególnych składników systemu, głównie instytucji rządowych prowadzących politykę innowacyjną;

¹² Ciborowski R., *Wpływ zmian w polityce ekonomicznej i globalizacji na postęp techniczny i konkurencyjność gospodarki Wielkiej Brytanii*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2004, s. 78.

¹³ Marklund G., Nilsson R., Sandgren P., Granat Thorslund J., Ullström J., *The Swedish National Innovation System 1970–2003*, VINNOVA – Swedish Agency for Innovation Systems, Sztokholm 2004, s. 3.

¹⁴ Kukliński A., *Nauka – Technologia – Gospodarka. Wzajemne powiązania i globalne tendencje*, KBN, Warszawa 1995, s. 26.

- » bodźce społeczne i kulturowe – doświadczenia historyczne, systemy wartości, poziom edukacji i kultury; czynniki te decydują o jakości kapitału ludzkiego, stanowiącego główny motor rozwoju gospodarczego;
- » bodźce technologiczne – trendy w technice i technologii, formy powiązań kooperacyjnych, dostęp do nowości technologicznych.

Jak pokazuje historia, zmieniające się warunki funkcjonowania oraz siła wspomnianych determinant powodują również ewolucję tego systemu. Formalne podejście do NSI zaczęło się kształtować w latach 80. XX w. W swoich pionierskich ujęciach system innowacji koncentrował się na współpracy między sferą nauki a przemysłem. Rozwój modeli NSI różnił się jednak w zależności od kraju. W tym kontekście warto wspomnieć o liderach innowacji w ujęciu globalnym, takich jak państwa skandynawskie¹⁵, w których szczególny nacisk kładzie się na silne powiązania między sektorem publicznym a prywatnym. Skutkuje to efektywnym systemem innowacji opartym na współpracy, co z kolei przekłada się na wysoką zdolność innowacyjną tych gospodarek.

Ewolucja Narodowego Systemu Innowacji jest procesem, który odzwierciedla zmiany w sposobie, w jaki państwa i regiony wspierają i organizują rozwój innowacji. Omawiany system to złożona sieć instytucji, przedsiębiorstw, uczelni i polityk, które wspólnie tworzą środowisko sprzyjające innowacjom. Ewolucję państwowej polityki poruszającej sferę nauki i techniki przedstawia tabela 2.

Można stwierdzić, że istotny wpływ na rozwój narodowego systemu innowacji miała integracja sektora B+R ze sferą przemysłu. Warto nadmienić, że powstało wiele programów wspierających transfer technologii, a formułowane polityki innowacyjne miały na celu pobudzenie rozwoju technologicznego. Ponadto wprowadzano różnorodne mechanizmy wsparcia finansowego dla aktywności innowacyjnej.

W niniejszym rozdziale dokonano analizy ewolucji narodowego systemu innowacji. Przeanalizowano, jak historyczne przemiany – od tradycyjnych, scentralizowanych modeli wsparcia wynalazczości, poprzez wpływ rewolucji

¹⁵ Szwecja od ponad dwóch dekad uznawana jest za lidera innowacji światowych rankingów, takich jak np. Global Competitiveness Index (GCI). Finlandia, Norwegia i Dania niemal każdego roku plasują się w pierwszej dziesiątce zestawień.

Tabela 2. Ewolucja państwowej polityki wobec sfery nauki i techniki w krajach wysoko rozwiniętych

Lata 50. i 60. XX w.	Polityka naukowa • edukacja naukowa • badania akademickie • badania podstawowe w laboratoriach rządowych	Polityka przemysłowa • granty na prace badawczo-rozwojowe • restrukturyzacja przemysłu • edukacja techniczna i szkolenia	Polityka przedsiębiorstw • nacisk na wielkie firmy i aglomeracje przemysłowe • tworzenie narodowych „okrętów flagowych”
Połowa lat 70.	Polityka innowacyjna • granty na innowacje • popieranie wspólnych badań instytutów nad nowymi produktami • rządowe zakupy stymulujące innowacje (rosnąca koordynacja międzyresortowa)		Polityka przedsiębiorstw • rosnący nacisk na małe firmy
Połowa lat 80.	Polityka techniczna (strategiczna polityka innowacyjna) • rosnący nacisk na politykę naukową • wybór i poparcie dla technologii i produktów wysokiej techniki • współpraca międzynarodowa (przedsięwzięcia międzyresortowe) • nacisk na firmy wysokiej techniki		
Połowa lat 90.	Polityka innowacyjna		
	Polityka naukowa • koordynacja polityki i działań proinnowacyjnych różnych resortów • rośnie znaczenie komercjalizacji nauki • wzrasta rola organizacji kształcenia ustawicznego • regionalna polityka innowacji powinna zwrócić uwagę na takie czynniki, jak: informacja, zarządzanie, rozwój kadry, aby zapewnić konkurencyjność regionalną w długim okresie	Polityka przemysłowa • rozwój oparty na ponadnarodowych strukturach • współpraca z instytucjami finansowymi zapewniającymi kredyty i gwarancje dla firm innowacyjnych • polityka technologiczna • wraz z rozwojem techniki wzrosły koszty innowacji i modernizacji nowych produktów	Polityka przedsiębiorstw • globalny rynek • globalne firmy (ponadnarodowe) • małe i średnie firmy tworzą aliance strategiczne • analiza i modyfikacje regulacji prawnych mających na celu zwiększenie innowacyjności gospodarki
XXI wiek	<i>Open innovation</i> Zrównoważony rozwój Technologizacja i cyfryzacja Współpraca międzynarodowa		

Źródło: opracowanie własne na podstawie Pomykański A., *Zarządzanie innowacjami*, PWN, Warszawa – Łódź 2001, s. 113.

przemysłowej i postępu technologicznego, aż po współczesne, zdecentralizowane struktury oparte na współpracy sektora publicznego, prywatnego i naukowego – kształtowały narodowe ekosystemy innowacyjne. Omówiono rolę polityk publicznych, inwestycji w badania i rozwój oraz znaczenie adaptacji do globalnych trendów gospodarczych i społecznych, które wymusiły ciągłe dostosowywanie modeli innowacyjności. Ewolucja ta nie tylko odpowiada na zmieniające się warunki rynkowe, lecz także stanowi fundament dla przyszłych przełomowych rozwiązań, umożliwiając rozwój bardziej zintegrowanego i elastycznego systemu, zdolnego sprostać wyzwaniom współczesnego świata.

Narodowy System Innowacji to złożona struktura łącząca instytucje badawcze, uczelnie, przedsiębiorstwa i organy rządowe, która wspiera rozwój i wdrażanie nowych technologii oraz idei. Jego znaczenie dla współczesnego świata można przedstawić w kilku kluczowych aspektach:

1. Wzrost gospodarczy i konkurencyjność – silny system innowacji sprzyja tworzeniu nowych technologii i produktów, co napędza rozwój gospodarczy, zwiększa konkurencyjność krajów na arenie międzynarodowej oraz przyczynia się do podnoszenia standardu życia;
2. Współpraca międzynarodowa – narodowe systemy innowacji nie funkcjonują w izolacji; stanowią fundament wymiany wiedzy i doświadczeń między państwami. Dzięki temu globalna współpraca naukowa i technologiczna umożliwia szybsze rozwiązywanie problemów oraz wdrażanie przełomowych rozwiązań;
3. Rozwiązywanie globalnych wyzwań – inwestycje w badania i rozwój wspierają tworzenie technologii, które mogą stawić czoła najważniejszym problemom współczesnego świata, takim jak zmiany klimatyczne, kryzysy zdrowotne czy transformacja energetyczna;
4. Model dla rozwoju innowacji – dobrze funkcjonujący system innowacji w jednym kraju stanowi wzór do naśladowania, inspirując inne państwa do wdrażania podobnych strategii wspierających rozwój technologiczny i społeczny;

5. Wpływ na społeczeństwo – innowacje wprowadzane w ramach narodowego systemu przyczyniają się do zmiany sposobu życia ludzi, modyfikując metody pracy, komunikacji i edukacji, a także umożliwiając dostęp do nowych, udoskonalonych rozwiązań w codziennym funkcjonowaniu.

Podsumowując, Narodowy System Innowacji ma kluczowe znaczenie nie tylko dla rozwoju pojedynczego kraju, ale również dla postępu całego świata, tworząc fundamenty globalnej transformacji technologicznej i społecznej.

Warto podkreślić, że ewolucja NSI jest procesem złożonym i wieloaspektowym. Współczesne wyzwania, takie jak postępująca globalizacja, towarzysząca jej cyfryzacja, turbulentne i zmienne warunki funkcjonowania oraz rosnąca potrzeba zrównoważonego rozwoju, wymagają innowacyjnych podejść, rozwiązań i strategii. Z tego też względu dalsza ewolucja innowacji i powiązanych z nimi determinant wydaje się nieunikniona.



Pierwsze kroki kreatywności – innowacje starożytności

Ogólnie rzecz ujmując, starożytność to okres obejmujący dzieje najstarszych cywilizacji, od ok. 4000 lat p.n.e. do 476 r., kiedy to upadło zachodnie Cesarstwo Rzymskie. Należy nadmienić, że z tym okresem wiąże się pojęcie antyku, odnoszące się do kultury starożytnej Grecji i Rzymu oraz do dorobku ludów żyjących przed naszą erą w basenie Morza Śródziemnego¹.

Uwzględniając aspekt innowacji w tym okresie, można stwierdzić, że miały one kluczowe znaczenie dla rozwoju cywilizacji i gospodarki. Wynika to z faktu, że stworzyły fundamenty wielu technologii wykorzystywanych współcześnie. Do najważniejszych obszarów, w których starożytne innowacje wniosły istotny wkład w kształtowanie przyszłego rozwoju, można zaliczyć:

- » budownictwo i inżynierię,
- » filozofię i naukę,
- » matematykę i astronomię,
- » medycynę,
- » metalurgię,
- » pismo,
- » prawo i organizację społeczną,
- » rolnictwo i irygację,
- » systemy monetarne,
- » transport i nawigację.

¹ *Definicje starożytności*, <https://www.starozytznosc.info/definicje-starozytznosci> [dostęp: 19.09.2024].

Jeśli chodzi o budownictwo i inżynierię, za kluczowe innowacje okresu starożytności można uznać m.in. piramidy egipskie, które powstały ok. 2600–2500 p.n.e. Stanowią one przykład zaawansowanej wiedzy inżynieryjnej i organizacyjnej starożytnego Egiptu. Co istotne, budowatał monumentalnych konstrukcji nie byłaby możliwa bez zaawansowanej wiedzy matematycznej, użycia precyzyjnych narzędzi oraz sprawnej logistyki.

Architektura starożytnego Egiptu opierała się w znacznej mierze na wykorzystaniu drewna, mat i niewypalanej cegły. Z kamienia wznoszono jedynie najważniejsze świątynie, podczas gdy nawet faraon mieszkał w pałacu zbudowanym z cegieł. Budowa z kamienia była zbyt kosztowna i wiązała się z wieloma trudnościami. Narzędzia stosowane do obróbki bloków były miedziane. W późniejszym okresie zaczęto używać bardziej wytrzymałego na ścieranie brązu, a dopiero u schyłku cywilizacji faraonów wprowadzono narzędzia żelazne.

W pobliżu kompleksów grobowych odnaleziono m.in. dłuta. Miały one formę walca, w który uderzano drewnianym młotkiem, zaś spiczasta końcówka służyła do odłupywania kamienia. Aby uzyskać równe powierzchnie, Egipcjanie posługiwali się przyrządem przypominającym współczesną ekierkę. Na jej wierzchołku mocowano sznurek z pionem, a ramiona „ekierki” były połączone deską ustawioną pod kątem 90° względem sznurka. Co ważne, ów instrument stosowano też do poziomowania. Za pomocą podobnych „ekierek”, lecz już bez pionu, wyznaczano pozostałe ściany bloków, które następnie dodatkowo wygładzano. Warto jednak zaznaczyć, że wewnątrz piramid konstruowano już ze znacznie gorzej wykończonych bloków, co w efekcie przyspieszało cały proces budowy. Największym wyzwaniem był transport granitowych bloków z Asuanu². Granit jest niezwykle trudnym do wydobywania kamieniem. Aby wyciąć z niego blok o określonym kształcie, używano dolerytowych otoczków, którymi kruszono granit³. Po nadaniu blokowi wstępnego kształtu, u podstawy wykonywano dłutami rów podcinający obiekt, dzięki czemu możliwe było podważenie

² Asuan to miasto na południu Egiptu, w pobliżu którego znajduje się starożytny kamieniołom sjenitu, czyli czerwonego granitu.

³ Doleryt to magmowa skała żyłowa o składzie mineralnym i chemicznym bazaltu, jednak o grubszym ziarnie.

bloku i oderwanie go od podstawy. Okazało się, że podczas wycinania 3-centymetrowego fragmentu granitu zużywał się 1 centymetr świdra, co czyniło cały proces bardzo kosztownym. Wapień był materiałem znacznie tańszym i łatwiejszym do pozyskania. Dodatkową jego zaletą było to, że w stanie świeżym był stosunkowo miękki dzięki zawartej w nim wilgoci, natomiast twardniał dopiero z czasem, w miarę wysychania⁴.

Kolejnym nowatorskim osiągnięciem starożytnych twórców były akwedukty rzymskie (od III w. p.n.e.), stanowiące niezwykle zaawansowane systemy doprowadzania wody na duże odległości. Dzięki nim miasta mogły się rozwijać, a poziom higieny w miastach rzymskich znacznie się poprawił.

W zakresie filozofii i nauki starożytni Grecy przyczynili się szczególnie do rozwoju astronomii, filozofii i matematyki. Uczeni tacy jak Archimedes⁵, Arystoteles⁶ czy Euklides⁷ położyli fundamenty wielu dyscyplin, które następnie ewoluowały w kolejnych epokach. W obszarze nauki istotny wkład wnieśli również starożytni Sumerowie⁸ i Babilończycy⁹, którzy opracowali zaawansowane systemy matematyczne, wykorzystywane w astronomii, inżynierii i handlu. Szczególne znaczenie miał babiloński system sześćdziesiątkowy¹⁰, stosowany do dziś m.in. w pomiarze czasu i kątów. Astronomia była rozwijana

⁴ *Jak budowano piramidy. Fakty a mity*, <https://archeologia.com.pl/piramidy-jak-budowano> [dostęp: 19.09.2024].

⁵ Archimedes to grecki inżynier, fizyk i matematyk, powszechnie uznawany za najwybitniejszego matematyka w dziejach.

⁶ Arystoteles to jeden z trzech, obok Platona i Sokratesa, najsławniejszych filozofów starożytnej Grecji.

⁷ Euklides to matematyk pochodzący ze starożytnej Grecji, autor *Elementów* – jednego z najsłynniejszych dzieł matematycznych w historii.

⁸ Sumerowie to starożytny lud nieznanego pochodzenia, który pod koniec IV w. p.n.e. stworzył cywilizację w południowej Mezopotamii – Sumerze.

⁹ Babilończycy to starożytny lud południowej Mezopotamii, który obejmował głównie napływających tam Semitów (Akadów, Amorytów, Aramejczków i Chaldejczyków).

¹⁰ Sześćdziesiątkowy system liczbowy to pozycyjny system liczbowy o podstawie 60. Obecnie stosuje się go przede wszystkim w jednostkach czasu, w podawaniu miar kątów oraz przy określaniu szerokości i długości geograficznej. W przypadku jednostek czasu godzina dzieli się na 60 minut, a minuta na 60 sekund. Zaletą tego systemu jest podzielność liczby 60 przez 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 i 60, dzięki czemu ułamki przyjmują formę liczb całkowitych.

w wielu starożytnych kulturach, takich jak Egipt czy Mezopotamia, służąc m.in. do ustalania kalendarzy, co znacząco ułatwiało życie, choćby w zakresie nawigacji czy rolnictwa.

Egipska medycyna miała istotny wkład w rozwój chirurgii i leczenia chorób. Egipcjanie posiadali zaawansowaną wiedzę o anatomii, co wykazali w swoich praktykach mumifikacyjnych. Co więcej, Grecy i Rzymianie rozwijali medycynę, która opierała się na eksperymentach i obserwacji. Nie sposób przy tym nie wspomnieć o Hipokratesie – powszechnie uznawanym za ojca medycyny – oraz o jego szkole, która zapoczątkowała etyczne podejście do leczenia pacjentów i do dziś stanowi fundament współczesnej medycyny.

Autorzy starożytnych innowacji i odkryć wnieśli również istotny wkład w metalurgię. Epoka brązu, przypadająca na lata ok. 3000–1200 p.n.e. na Bliskim Wschodzie, zaowocowała rozwojem technologii wytopienia cyny i miedzi, co ostatecznie umożliwiło produkcję brązu – surowca twardszego i bardziej wytrzymałego niż sama miedź. Broń i narzędzia wykonywane z brązu cechowały się większą trwałością, co miało ogromny wpływ na rozwój obronności, wojskowości, rolnictwa oraz rzemiosła.

Z kolei epoka żelaza, przypadająca na okres ok. 1200 p.n.e. na Bliskim Wschodzie, również wniosła ważny wkład w dorobek starożytnych innowacji. Żelazo było materiałem trudniejszym w obróbce, jednak dzięki opanowaniu technologii jego wytopu możliwe stało się tworzenie jeszcze mocniejszych narzędzi i broni.

Reasumując, stop cyny i miedzi stał się kluczowym motorem napędowym cywilizacji epoki brązu. Niewątpliwie zrewolucjonizował ówczesny świat, jednak z czasem pojawiła się potrzeba zastąpienia go metalem bardziej dostępnym i funkcjonalnym. Gdy ludzie odkryli i opanowali technikę wytopu żelaza, rozpoczęła się nowa epoka, która ukształtowała rozwój poszczególnych cywilizacji. Choć epoka brązu wyznaczyła kierunek rozwoju, to w epoce żelaza wcześniejsze innowacyjne odkrycia zostały udoskonalone i szeroko rozpowszechnione. Człowiek, nauczywszy się pozyskiwać i obrabiać żelazo, wkroczył w nową erę, która, w opinii wielu uczonych, trwa nieprzerwanie do dziś¹¹.

¹¹ Jednym cywilizacjom dała szansę rozwoju, innym przyniosła zagładę. Zdaniem historyków epoka żelaza trwa do dziś, <https://www.national-geographic.pl/technologie/epoka->

Inną znaczącą innowacją okresu starożytności jest pismo. Jego wynalezienie, datowane na ok. 3500 r. p.n.e. w Mezopotamii, okazało się jednym z najistotniejszych osiągnięć tego okresu. Umożliwiło ono przekazywanie i rozwijanie posiadanej wiedzy, a także prowadzenie ewidencji i zapisu danych gospodarczych, historycznych czy prawnych. Starożytne systemy pisma – takie jak egipskie hieroglify¹² czy pismo klinowe Sumerów¹³ – stały się kluczowymi czynnikami rozwoju administracji i handlu.

Jak wspomniano wcześniej, kolejnym innowacyjnym wkładem starożytności w historię rozwoju cywilizacyjnego były prawo i organizacja społeczna. Przykładem jest Kodeks Hammurabiego, powstały ok. 1754 r. p.n.e., który jest jednym z najstarszych znanych kodeksów prawnych. Jako jeden z najstarszych długich tekstów i jeden z pierwszych przykładów praktycznego zastosowania prawa talionu, wprowadzał zasady sprawiedliwości oraz regulacje gospodarcze, które miały kluczowe znaczenie dla stabilności społecznej i gospodarczej starożytnej Mezopotamii¹⁴.

Rewolucja neolityczna¹⁵, która miała miejsce ok. 10 000 lat p.n.e., była jednym z kluczowych epizodów w historii ludzkości, ponieważ wiązała się z rozpoczęciem uprawy ziemi i osiedlaniem się w stałych osadach. Z całą pewnością miało to istotny wpływ na rozwój cywilizacji.

zelaza-osiagniecia-charakterystyka-i-ciekawostki-jak-wygladala-epoka-zelaza-w-polsce [dostęp: 30.09.2024].

¹² Hieroglify egipskie to system znaków pisma wykorzystywany do utrwalania bądź zastępowania języka mówionego.

¹³ Pismo klinowe Sumerów było systemem pisma ideograficzno-sylabicznego, stworzonym przez lud Sumerów. Pismo ideograficzne polega na tym, że poszczególne znaki oznaczają pojęcia, np. symbol oka ze łzą oznacza smutek. Natomiast pismo sylabiczne to system znaków graficznych reprezentujących sylaby danego języka. Zdarza się, że symbole oznaczają jedynie spółgłoski, a samogłoski należy odczytywać z kontekstu – tak jak ma to miejsce w piśmie arabskim.

¹⁴ *Kodeks Hammurabiego słynie z drakońskich kar. Zapisano w nim jednak także bardzo praktyczne wskazówki*, <https://www.national-geographic.pl/historia/kodeks-hammurabiego-jak-powstal-jeden-z-najstarszych-kodeksow-prawnych-na-swiecie> [dostęp: 30.09.2024].

¹⁵ Rewolucja neolityczna, obejmująca neolityczną rewolucję agrarną, jest postrzegana jako jedno z najważniejszych wydarzeń w dziejach ludzkości. Ówczesne cywilizacje porzuciły zbieracko-łowiecki tryb życia, przechodząc na uprawę roli i hodowlę zwierząt.

Kolejnym cennym odkryciem była irygacja¹⁶. W dolinach takich jak Mezopotamia (między Tygrysem a Eufratem) czy Egipt (dolina Nilu) ludzie budowali skomplikowane systemy nawadniające, które umożliwiały stabilną produkcję rolną.

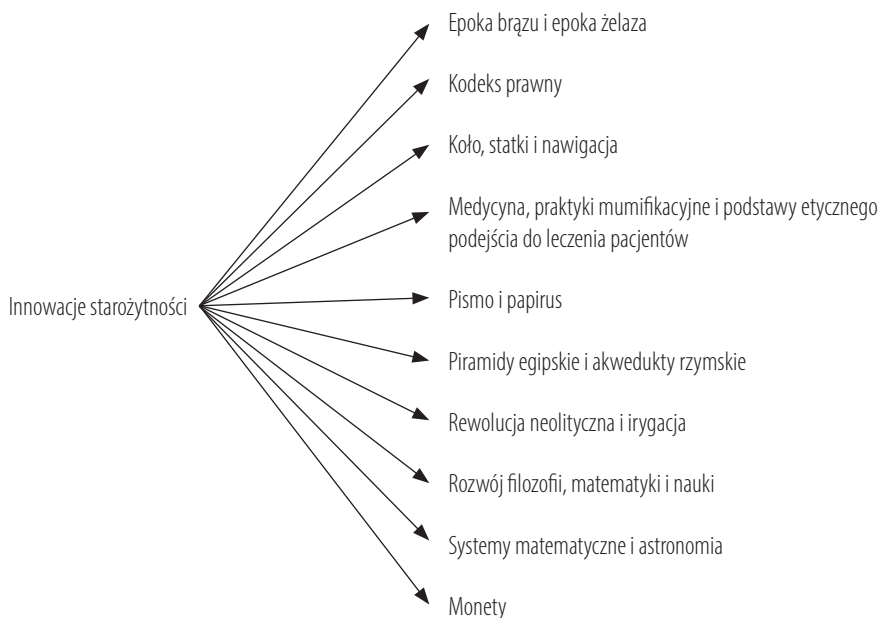
W omawianym okresie znaczące innowacje pojawiły się również w systemie monetarnym. Starożytne cywilizacje, zwłaszcza Lidia¹⁷ w VII w. p.n.e., wprowadziły pierwsze monety, które zaczęły pełnić funkcję środka płatniczego, umożliwiając bardziej efektywny handel oraz stopniowo zastępując wymianę barterową. Starożytni twórcy mieli także istotny wkład w rozwój systemów nawigacyjnych i transportu. Egipcjanie i Fenicjanie¹⁸ osiągnęli mistrzostwo w budowie statków i sztuce żeglarskiej, co umożliwiło rozwój handlu morskiego na obszarze Morza Śródziemnego. W zakresie transportu przełomowym osiągnięciem było wynalezienie koła ok. 3500 r. p.n.e. w Mezopotamii. To innowacyjne odkrycie umożliwiło budowę wozów i rydwanów, co znacząco usprawniło przemieszczanie się ludzi i towarów oraz stało się jednym z najważniejszych kroków w rozwoju technologii transportowych na świecie.

Innowacje starożytnych cywilizacji miały fundamentalny wpływ na rozwój społeczno-gospodarczy. Wynalazki i idee opracowane w tamtym okresie stały się niekwestionowaną bazą dla dalszego rozwoju nauki, technologii i struktur społecznych. Osiągnięcia w dziedzinie inżynierii, medycyny, prawodawstwa, nauki czy komunikacji umożliwiły rozwój miast, poprawę jakości życia i usprawnienie organizacji państw. Systemy wodociągowe, beton rzymski, demokracja ateńska, prawo rzymskie czy pierwsze systemy pisma to tylko niektóre wynalazki, które kształtowały przyszłe pokolenia. Warto podkreślić, że dla znacznej części tych osiągnięć można odnaleźć wyraźne odpowiedniki we współczesnych technologiach i rozwiązaniach społecznych.

¹⁶ Irygacja, czyli nawadnianie, to jeden z systemów melioracyjnych polegający na dostarczaniu wody do gleby w celu zapewnienia odpowiednich warunków do wegetacji roślin uprawnych.

¹⁷ Lidia była historyczną krainą w zachodniej Azji Mniejszej, położoną w dorzeczu rzek Kaystros i Hermos, a także nazwą starożytnego państwa ze stolicą w Sardes, które istniało do 546 r. p.n.e. Obszar ten odpowiada terenom współczesnej Turcji.

¹⁸ Byli to mieszkańcy starożytnej krainy położonej na wschodnim wybrzeżu Morza Śródziemnego, obejmującej tereny dzisiejszego Libanu, północnego Izraela i zachodniej Syrii.

Rysunek 3. Innowacje starożytności

Źródło: opracowanie własne.

Wiele z nich znajduje odzwierciedlenie chociażby w koncepcji inteligentnych miast, we współczesnej inżynierii czy w cyfrowych systemach administracji. Starożytność pokazuje, że potrzeba usprawniania codziennego życia i efektywnego zarządzania zasobami stanowi kluczowy motor postępu i pozostaje aktualna do dziś.

IV

Okres średniowiecza i owoce ówczesnej innowacyjności

Średniowiecze to okres historii kręgu kultury europejskiej, obejmujący czas między upadkiem Cesarstwa Zachodniorzymskiego a przemianami, które zapoczątkowały renesans (XVI w.)¹.

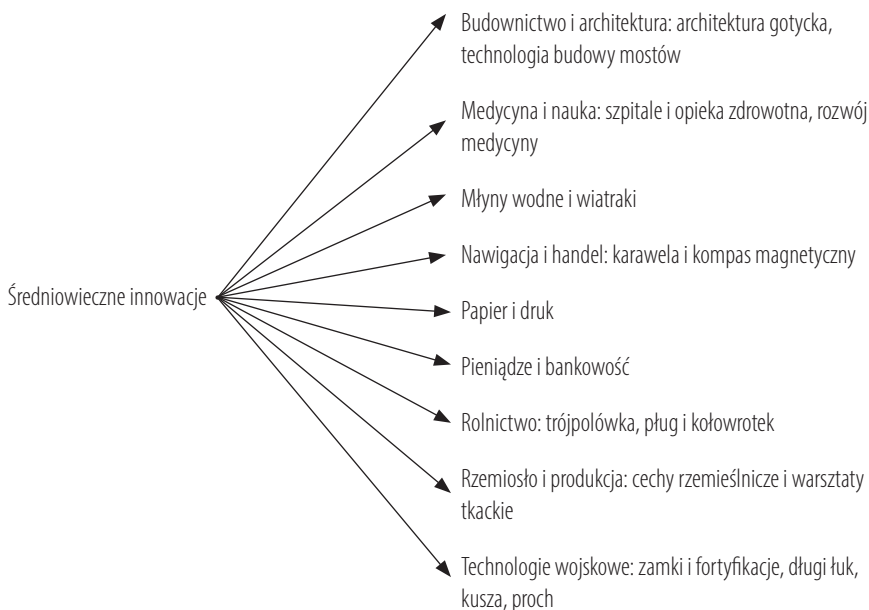
Jest to jedna z najdłuższych epok w dziejach Europy, trwająca od V do XV w., następująca bezpośrednio po starożytności. Innowacje średniowiecza, choć często niedoceniane, wywarły istotny wpływ na rozwój społeczeństw, gospodarki i technologii. Wbrew popularnemu wyobrażeniu o średniowieczu jako „ciemnych wiekach”, był to czas licznych odkryć i opracowań technicznych, zwłaszcza w handlu, inżynierii, nauce i rolnictwie. To właśnie w tym okresie powstały pierwsze uniwersytety, a także wiele wynalazków, bez których współczesny świat wyglądałby zupełnie inaczej. Osiągnięcia średniowiecza okazały się fundamentem dalszego rozwoju cywilizacyjnego².

To właśnie w czasach średniowiecza powstały pierwsze uniwersytety, które zapewniły ludziom dostęp do edukacji. Choć początkowo nauczanie i życie intelektualne koncentrowały się przede wszystkim w klasztorach, a uczniowie i mistrzowie wywodzili się ze stanu duchownego, to powstanie uniwersytetów zapoczątkowało ideę bardziej powszechnego nauczania³.

¹ *Średniowiecze*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/sredniowiecze;4019675.html> [dostęp: 09.10.2024].

² *Najważniejsze wynalazki średniowiecza. Te odkrycia zmieniły świat*, <https://www.national-geographic.pl/historia/najwazniejsze-wynalazki-sredniowiecza-te-odkrycia-zmienily-swiat> [dostęp: 09.10.2024].

³ Tamże.

Rysunek 4. Średniowieczne innowacje

Źródło: opracowanie własne.

Za jedną z najważniejszych średniowiecznych innowacji można uznać tzw. trójpólkę. Była to zmiana systemu upraw z dwupolowego⁴ na trójpółowy (VIII–IX w.). System ten polegał na podziale ziemi na trzy części, z których jedna była obsiewana zbożem jarym⁵, druga ozimym⁶, a trzecia odpoczywała (ugór).

⁴ W systemie dwupolowym ziemię dzielono na dwie równe części: jedną przeznaczoną pod zasiew i uprawę roślin w danym roku oraz drugą pozostawioną jako ugór, czyli pole wyłączone z użytkowania na 1-2 lata. Okres ugorowania wykorzystywano na pielęgnację, m.in. poprzez nawożenie organiczne (roślinne lub zwierzęce), co miało na celu poprawę jego żyzności.

⁵ Zboża jare to rośliny jednoliścienne, jednoroczne, u których cały cykl rozwoju przebiega w trakcie jednego cyklu wegetacyjnego, bez konieczności przechodzenia procesu jarowizacji w niskich temperaturach. Do grupy zbóż jarych zalicza się jęczmień jary, pszenicę jary, pszenżyto jare, owies oraz żyto jare.

⁶ Zboża ozime to uprawne rośliny jednoroczne, które do prawidłowego wzrostu i rozwoju wymagają przejścia procesu jarowizacji. Do zbóż ozimych zalicza się jęczmień ozimy, pszenicę ozimą, pszenżyto ozime oraz żyto ozime.

Dzięki temu znacząco wzrosła produktywność rolnictwa, co w konsekwencji poprawiło możliwości zaopatrzenia ludności w żywność.

Kolejną innowacją rolniczą tego okresu był pług żelazny, który wywozili się prawdopodobnie z radła i pojawił się w zachodniej Europie we wczesnym średniowieczu⁷. Wprowadzenie pługa z żelaznym lemieszem⁸ (IX–X w.) umożliwiło rolnikom dokładniejsze i głębsze oranie, a tym samym lepsze przygotowanie gleby pod uprawy, co przyczyniło się do wzrostu plonów.

Równoległe do przemian zachodzących w rolnictwie rozwijały się także inne dziedziny wytwórczości. Istotnym osiągnięciem w tym zakresie był kołowrotek, wynaleziony w Chinach najprawdopodobniej w XI–XII w., skąd – za pośrednictwem świata islamskiego – rozpowszechnił się w Europie. Przez setki lat używano go do wytwarzania nici i przędzy z wełny oraz lnu. Wynalazek ten odegrał szczególnie istotną rolę w gospodarce włókienniczej, wpływając na rozwój lokalnych rynków i handlu⁹.

W dorobku średniowiecznych innowacji ważne miejsce zajmują również młyny wodne i wiatraki. Choć młyny wodne znane były już w starożytności, ich rozwój na szeroką skalę nastąpił dopiero w średniowieczu. Wykorzystywano je nie tylko do mielenia ziarna, lecz także do produkcji papieru, cięcia drewna, a nawet do zasilania urządzeń stosowanych w pracy kopalń.

W średniowieczu, przede wszystkim w XIII w., pojawiły się wiatraki, które okazały się szczególnie przydatne na terenach pozbawionych stałego dostępu do rzek. Umożliwiały one mielenie ziarna oraz odwadnianie terenów podmokłych, jak miało to miejsce np. w Niderlandach.

Do ważnych średniowiecznych innowacji należy również zegar. Wcześniej ludzie nie dysponowali narzędziem pozwalającym dokładnie mierzyć czas. W starożytności znane były zegary słoneczne i wodne, które umożliwiały

⁷ Radło to narzędzie rolnicze wynalezione około 4000 r. p.n.e., służące do spulchniania gleby.

⁸ Lemiesz to robocza, dolna część korpusu pługa.

⁹ *Taczki, koło garncarskie, kołowrotek – wiesz kto i kiedy je wynalazł? Fakty mogą cię zaskoczyć*, <https://www.national-geographic.pl/historia/taczki-kolo-garncarskie-kolowrotek-wiesz-kto-i-kiedy-je-wynalazl-fakty-moga-cie-zaskoczyc> [dostęp: 09.10.2024].

jedynie orientacyjne określenie pory dnia. Dopiero wynalezienie zegara mechanicznego stało się przełomowym momentem w historii ludzkości. Wynalazek ten pozwolił na precyzyjne odmierzanie czasu, co miało istotny wpływ na organizację życia społecznego i efektywność pracy¹⁰.

Średniowieczne odkrycia miały również istotny wpływ na rozwój technologii wojskowych. Przykładem mogą być zamki i fortyfikacje powstałe w tym okresie. Rozwój technik budowy, zwłaszcza zamków kamiennych, miał ogromne znaczenie strategiczne dla obrony terytoriów. Innowacje takie jak blanki¹¹, machikuły¹² i wieże obronne pozwalały na skuteczniejszą obronę przed najeźdźcami.

W Anglii w XIII w. pojawił się łuk długi, skuteczniejszy od wcześniejszych typów łuków¹³. Stał się on jedną z kluczowych broni w wojnach średniowiecznych, jak np. w bitwie pod Azincourt¹⁴ w 1415 r.

Kolejnym ważnym wynalazkiem, który zyskał na znaczeniu w średniowieczu, była kusza. Choć znana już w starożytności, dopiero w tej epoce została udoskonalona, dzięki czemu uzyskała większą siłę rażenia i stała się łatwiejsza w obsłudze niż tradycyjny łuk. Z tego względu szybko zdobyła popularność jako broń wojskowa¹⁵.

Mimo że okres średniowiecza kojarzy się przede wszystkim z epoką broni białej oraz wspomnianych łuków, proc i kusz, to właśnie w tym czasie pojawił

¹⁰ *Najważniejsze wynalazki średniowiecza...*

¹¹ Blanka to element wieńczący mury obronne i baszty, między którymi znajduje się wolna przestrzeń – tzw. międzymurze, co ułatwiało obronę oblężonych zamków, umożliwiając obrońcom prowadzenie ostrzału w kierunku atakujących.

¹² Machikuła to element obronny, budowany w górnej części murów obronnych lub wież, w formie wysuniętej, nadwieszanej galeryjki z otworami w podłodze. Umożliwiała obrońcom zrzucanie kamieni, gorących cieczy (np. smoły, oleju) lub prowadzenie ognia w dół, bez narażania się na bezpośredni atak.

¹³ Gnaś H., *Długi łuk – tajna broń Anglików*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2024/04/11/dlugi-luk-tajna-bron-anglikow> [dostęp: 09.10.2024].

¹⁴ Bitwa pod Azincourt to starcie zbrojne Anglii i Francji, które miało miejsce 25 października 1415 r. Była to jedna z ważniejszych bitew wojny stuletniej.

¹⁵ Śliwińska-Słomska I., *Jedna z najsukuteczniejszych broni średniowiecza była nazywana „narzędziem Szatana”*, <https://historia.wprost.pl/10697155/2/kusza-jedna-z-najsukuteczniejszych-broni-sredniowiecza-byla-nazywana-narzedziem-szatana.html> [dostęp: 09.10.2024].

się proch strzelniczy. Prawdopodobnie został odkryty w Chinach w IX w., skąd w XIV w. dotarł do Starego Świata¹⁶. Angielski traktat naukowy z 1326 r. zawiera najstarszą rycinę armaty. Wkrótce broń palna stała się coraz bardziej powszechna na polach bitew, a pistolety i strzelby zostały istotnie udoskonalone w okresie nowożytnym¹⁷.

Średniowieczne innowacje wywarły również znaczący wpływ na rozwój nawigacji i handlu. W XIV i XV w. w Europie, zwłaszcza w Portugalii, rozwinięto konstrukcję karaweli – początkowo niewielkiego, jednomasztowego statku rybackiego o wąskim kadłubie oraz, co istotne, dużej zwrotności. Nieco później nazwą tą zaczęto określać żaglowce transportowe, wyposażone w dwa lub trzy maszty oraz kasztel rufowy¹⁸. Była to innowacja, która umożliwiła dalekomorskie wyprawy Vasco da Gamy i Krzysztofa Kolumba¹⁹.

Nie można również pominąć kompasu magnetycznego. Mimo że – ogólnie rzecz ujmując – został wynaleziony w Chinach²⁰, w Europie jego powszechne stosowanie rozpoczęło się w XIII w., co znacząco usprawniło nawigację morską. Pierwsza europejska wzmianka o igle magnetycznej i jej wykorzystaniu w żegludze pojawiła się w 1190 r. w dziele *De naturis rerum* (*O naturze rzeczy*). W 1200 r. Pierre de Maricourt²¹ wykazał, że magnes posiada dwa bieguny. Natomiast w 1242 r. odnotowano pierwsze doniesienie o użyciu kompasu podczas podróży statkiem w świecie arabskim. W XIII w. kompas znalazł zastosowanie

¹⁶ Stary Świat to synonim Afroeurazji, czyli wspólna nazwa dla trzech kontynentów: Europy, Afryki i Azji.

¹⁷ *Najważniejsze wynalazki średniowiecza...*

¹⁸ W kasztelu rufowym były usytuowane pomieszczenia dla oficerów, zaś w dziobowym dla załogi.

¹⁹ *Statki historyczne*, <https://www.statkihistoryczne.pl/68-karawela> [dostęp: 09.10.2024].

²⁰ Kompas prawdopodobnie został wynaleziony za czasów dynastii Han (III–II w. p.n.e.). Chińczycy odkryli materiał, który nazwano kamień magnetyczny. Zawierał on naturalnie występującą rudę magnetytową, dzięki czemu, po swobodnym zawieszeniu, magnetyt był przyciągany do ziemskiego północnego bieguna magnetycznego.

²¹ Pierre de Maricourt był francuskim fizykiem, matematykiem i pisarzem, który zapisał się w historii jako autor eksperymentów z magnetyzmem i pierwszego zachowanego traktatu opisującego właściwości magnesów. W księdze *Epistola de magnete* opisał kompas z igłą zamocowaną na pionowej osi, która była umieszczona w szklanym pudełku.

również w górnictwie. W tokańskim miasteczku Massa użyto pływającej igły magnetycznej jako wskaźnika podczas prac podziemnych. Z czasem coraz więcej przedsiębiorstw górniczych zaczęło wykorzystywać kompas do wytyczania tras tuneli. Dzięki kompasowi europejscy żeglarze mogli odkrywać nowe szlaki handlowe, co przyczyniło się do dalszego rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego²².

Średniowieczni innowatorzy pozostawili również znaczący dorobek w dziedzinie budownictwa i architektury. Na przełomie XII–XIII w. narodził się styl gotycki, charakteryzujący się strzelistymi wieżami, witrażami i ostrołukami. Architektura średniowiecza ewoluowała na przestrzeni wieków, dostosowując swoje formy do zmieniających się uwarunkowań politycznych i społecznych, takich jak konflikty zbrojne, struktura władzy oraz rozwój miast. Początkowo budowle tego okresu były ciężkie i masywne, by pod koniec wieków średnich nabierać lekkości i smukłości. Dzięki innowacjom w technikach budowlanych, takim jak sklepienia krzyżowo-żebrowe, możliwe stało się wznoszenie wysokich, przestronnych katedr – przykładem jest słynna katedra Notre-Dame w Paryżu²³.

Mówiąc o budownictwie, warto wspomnieć także o średniowiecznych technologiach wznoszenia mostów. W tym okresie udoskonalono techniki ich budowy, zwłaszcza konstrukcji kamiennych. Przykładem jest Most Karola w Pradze, powstały w XIV w., który do dziś jest jednym z najważniejszych zabytków architektury europejskiej.

W średniowieczu powstały także tzw. cechy rzemieślnicze²⁴, które były organizacjami zrzeszającymi rzemieślników danej branży. Cechy kontrolowały jakość produktów, regulowały procesy produkcji oraz zajmowały się kształceniem rzemieślników, odgrywając istotną rolę w gospodarce miejskiej.

²² *Kompas*, <https://almanach.historyczny.org/wiki/Kompas> [dostęp: 15.10.2024].

²³ *Architektura średniowiecza jest pełna tajemnic. Do dziś niewiele wiemy o tym, jak powstały gotyckie katedry*, <https://www.national-geographic.pl/historia/architektura-sredniowiecza-charakterystyka-ciekawostki-i-sredniowieczne-perly-architektoniczne> [dostęp: 15.10.2024].

²⁴ Cechy rzemieślnicze to organizacje gospodarcze, społeczne i zawodowe zrzeszające rzemieślników z danego miasta, regionu lub określonej branży.

W ośrodkach miejskich, takich jak Brugia i Florencja, dynamicznie rozwijał się przemysł tekstylny. Powstawały zorganizowane warsztaty oraz manufaktury tkackie, które na szeroką skalę produkowały wysokiej jakości tkaniny, przyczyniając się do rozwoju handlu i bogacenia się miast.

W XIII w. w Europie rozpoczęto powszechną produkcję papieru, co zrewolucjonizowało dostęp do wiedzy. Tańszy i łatwiejszy w wytworzeniu papier stopniowo wypierał pergamin, sprzyjając wzrostowi liczby ksiąg oraz rozwojowi piśmiennictwa. W 1450 r. Johannes Gutenberg²⁵ wynalazł ruchomą czcionkę i prasę drukarską – innowację uznawaną za jeden z najważniejszych wynalazków w dziejach ludzkości. Dzięki tej technice możliwa stała się masowa produkcja książek. Najśłynniejszym dziełem wydrukowanym w jego warsztacie była Biblia, znana dziś jako Biblia Gutenberga. Wynalazek ten wywarł ogromny wpływ na rozwój renesansu, reformacji oraz późniejszej edukacji i kultury europejskiej²⁶.

Średniowieczne innowacje obejmowały również rozwój medycyny i nauki. W omawianym okresie, zwłaszcza od XI w., zaczęły powstawać szpitale, które były nie tylko miejscem leczenia chorych, ale również ośrodkami opieki nad ubogimi i pielgrzymami. Instytucje te były zazwyczaj prowadzone przez zakonników i zakonnice. W tym czasie nastąpił również postęp w dziedzinie medycyny. Choć średniowieczna wiedza medyczna w dużej mierze była oparta na dorobku starożytnym, to od XII w. rozpoczęto intensywne tłumaczenia i adaptacje dzieł arabskich uczonych, m.in. Awicenny²⁷, co przyczyniło się do postępu medycyny w Europie. Cennym wynalazkiem z tego okresu są bezsprzecznie okulary²⁸.

²⁵ Johannes Gutenberg był niemieckim rzemieślnikiem, złotnikiem i drukarzem, żyjącym w XV w. Uznawany jest za twórcę pierwszej przemysłowej metody druku na świecie.

²⁶ *Najważniejsze wynalazki średniowiecza...; Jakie były wynalazki Gutenberga? Ten człowiek zrewolucjonizował dostęp do wiedzy*, <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalazki-gutenberga> [dostęp: 15.10.2024].

²⁷ Awicenna, perski uczoney, lekarz i filozof, był autorem ok. 450 książek z szerokiego zakresu wiedzy. Szczegółne znaczenie miały jego prace z zakresu filozofii i medycyny, spośród których największą sławę zyskał *Kanon medycyny*.

²⁸ *Historia okularów i wynalazców optyki – kto wynalazł okulary?*, <https://optykris.pl/blog/ogolne/historia-okularow-i-wynalazcow-optyki-kto-wynalazl-okulary> [dostęp: 20.08.2025].

Liczne przekazy wskazują, że już w starożytności zdawano sobie sprawę z tego, że szkło może poprawiać ostrość widzenia. Według niektórych relacji cesarz Neron miał oglądać walki gladiatorów przez specjalnie wyszlifowany szmaragd. Nie wiadomo jednak dokładnie, kto i kiedy wynalazł okulary w formie zbliżonej do współczesnej. Legenda przypisuje ten pomysł angielskiemu filozofowi Rogerowi Baconowi²⁹, który w XIII w. opisał zasadę działania soczewek. Dokładniejsza analiza wskazuje jednak, że urządzenia, którym przypisuje się nazwę okularów, mogły pojawić się już w X w. w świecie arabskim. W tym samym okresie Chińczycy eksperymentowali z korekcją wzroku, wykorzystując do tego różne kryształy. W Europie natomiast pierwsze okulary korekcyjne pojawiły się dopiero w XIV w., choć początkowo były one bardzo niedokładne. Przełom w dziedzinie optyki nastąpił dopiero na przełomie XVI i XVII w. dzięki odkryciom Jana Keplera³⁰, który dokonał przełomowych badań nad działaniem soczewek. Najstarsze okulary, uważane za innowacyjne jak na swoje czasy, składały się z pojedynczej soczewki³¹.

Jeszcze innym cennym wynalazkiem z okresu średniowiecza był zegar. Wcześniej ludzie nie dysponowali narzędziem pozwalającym na precyzyjne mierzenie czasu. W starożytności znane były zegary słoneczne i wodne, które pozwalały jedynie orientacyjnie określić porę dnia. Dopiero wynalezienie zegara mechanicznego okazało się przełomowym momentem w rozwoju ludzkości. To innowacyjne rozwiązanie umożliwiło dokładne mierzenie upływającego czasu, co miało niezwykle istotny wpływ na życie codzienne, organizację pracy i jej efektywność³².

Omawiając średniowieczny wkład w rozwój innowacji, nie sposób nie wspomnieć o pieniądzu i bankowości. W średniowieczu system monetarny uległ

²⁹ Roger Bacon był średniowiecznym filozofem, uznawanym za skrajnego empirystę i jednego z najwcześniejszych europejskich zwolenników nowoczesnej metody naukowej. Inspirował się pracami uczonych świata islamskiego..

³⁰ Jan Kepler był niemieckim astronomem, astrologiem i matematykiem, jedną z czołowych postaci rewolucji naukowej w XVII w. Poza badaniami astronomicznymi prowadził badania w zakresie optyki.

³¹ *Najważniejsze wynalazki średniowiecza...*

³² Tamże.

dynamicznemu rozwojowi. Na przełomie XII–XIII w. w Europie wzrosło znaczenie pieniądza jako środka wymiany. W tym okresie powstawały pierwsze mennice, a złote i srebrne monety stały się standardem w handlu. W XIII w. zaczęły powstawać również pierwsze instytucje bankowe, zwłaszcza na terenie Włoch, m.in. w Wenecji i Florencji. To właśnie tam, kontynuując zmiany zapoczątkowane w 1156 r. w Wenecji, gdzie rozwijały się jedne z pierwszych form bankowości, ukształtowały się podwaliny nowoczesnych praktyk finansowych. W kolejnych stuleciach włoska bankowość rozwijała się szczególnie we Florencji, gdzie powstawały rodzinne spółki bankowe, prowadzone m.in. przez rody Bardich czy Datinich, z filiami w najważniejszych miastach europejskich. Lokowały swe kapitały nie tylko w produkcję sukna, handel czy pośrednictwo finansowe umożliwiające przesyłanie pieniędzy na duże odległości, lecz także udzielały pożyczek, w tym królom Anglii i Aragonii³³. Rody kupiecko-bankierskie, takie jak Medyceusze³⁴, odegrały pionierską rolę w rozwoju nowoczesnych form finansowania, w tym kredytu oraz rachunkowości bankowej³⁵.

Kończąc analizę rozwoju innowacji w okresie średniowiecza, można stwierdzić, że innowacje tego czasu były kluczowe dla ewolucji gospodarki i społeczeństwa. Rozwój technik architektonicznych, handlowych, naukowych oraz rolniczych stworzył solidne podstawy pod dynamiczny rozwój gospodarek i technologii w epoce renesansu oraz w czasach nowożytnych.

Średniowieczne innowacje odegrały kluczową rolę w przekształceniu Europy z rozdrobnionych społeczeństw w dynamicznie rozwijające się gospodarki i ośrodki kultury. Wprowadzenie nowych technologii, takich jak młyny wodne

³³ W średniowieczu królowie Anglii i Aragonii często korzystali z pożyczek bankowych, aby sfinansować swoje działania, zwłaszcza kosztowne kampanie wojenne. Król Anglii Edward III zaciągnął ogromne sumy od włoskich bankierów, m.in. u rodów Bardi i Peruzzi z Florencji, aby pokryć wydatki związane z wojną stuletnią. Podobne mechanizmy finansowe miały miejsce w przypadku Królestwa Aragonii, gdzie w XIII i XIV w. monarchowie wykorzystywali rozwijające się skarbcie i systemy podatkowe do finansowania długotrwałych wojen, takich jak konflikt z Kastylią podczas wojny dwóch Pedro (<https://www.medievalists.net> [dostęp: 02.12.2024]).

³⁴ Medyceusze to florencki ród kupiecki i bankierski.

³⁵ *Kiedy i gdzie powstał pierwszy bank?*, <https://encyklopedia.pwn.pl/materiały-dodatkowe/hasło/Kiedy-i-gdzie-powstał-pierwszy-bank;498958;498958.html> [dostęp: 15.10.2024].

i wiatrowe, ulepszone pługi czy system trójpłowy, znacząco zwiększyło wydajność rolnictwa, prowadząc do wzrostu populacji i urbanizacji.

Wynalazki w dziedzinie wojskowości, takie jak kusza, zbroja płytowa czy maszyny oblężnicze, zmieniły oblicze ówczesnych konfliktów, a rozwój architektury gotyckiej umożliwił wznoszenie monumentalnych katedr. Z kolei innowacje w komunikacji i edukacji – w tym rozwój uniwersytetów oraz wynalezienie druku przez Gutenberga – zapoczątkowały nową erę w upowszechnianiu wiedzy, tworząc fundamenty pod intelektualne przemiany renesansu.

Choć średniowiecze często bywa kojarzone z okresem stagnacji, w rzeczywistości było czasem intensywnych przemian, które stworzyły podwaliny pod rozwój renesansu i nowoczesnego świata. Jak wskazano wcześniej, wiele średniowiecznych innowacji wywarło długofalowy wpływ na gospodarkę, technologię i kulturę, znacząco kształtując rzeczywistość, w której funkcjonujemy współcześnie.

V

Rewolucja przemysłowa jako czynnik rozwoju innowacji na świecie

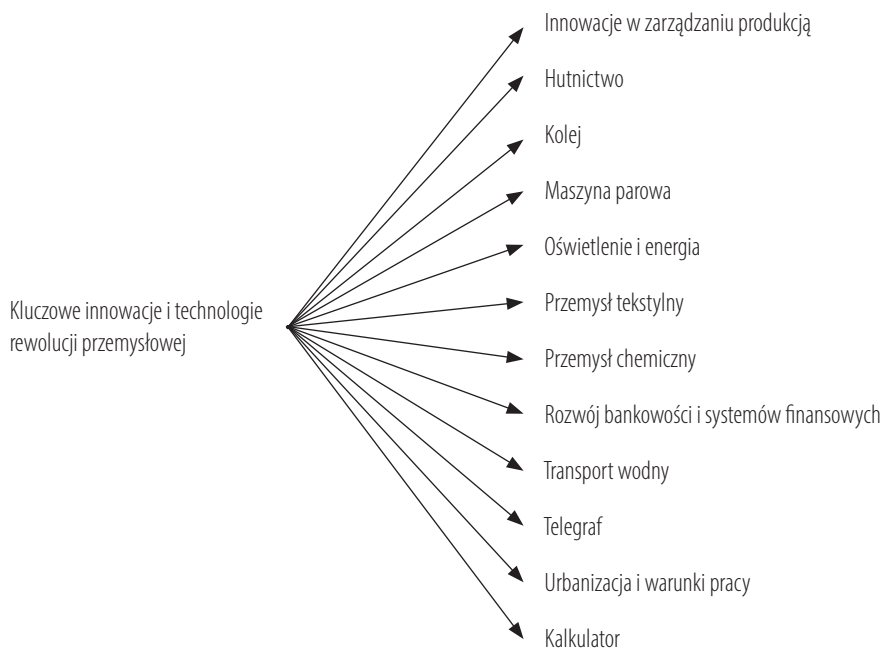
Samo słowo „rewolucja” może kojarzyć się z gwałtowną zmianą, która zakłóca dotychczasowy stan rzeczy. Zapoczątkowane w XVIII-wiecznej Anglii przemiany, które potem przeszły do historii pod nazwą rewolucji przemysłowej, znacząco zmieniły sposób produkcji, przekształcając gospodarkę opartą na rolnictwie i ręcznej produkcji w gospodarkę przemysłową. Ponieważ zmiany gospodarcze zawsze pociągają za sobą przeobrażenia społeczne, zastosowanie nowych technik w przemyśle wpłynęło zasadniczo na przeobrażenie struktury społecznej. Jednym z najbardziej wyrazistych skutków tego procesu było wykształcenie się dwóch przeciwstawnych sfer społecznych: właścicieli środków produkcji (kapitalistów) i pracowników najemnych (robotników). Rewolucja przemysłowa, trwająca do XIX w., stała się jednym z najważniejszych okresów w historii gospodarczej i technologicznej. Oznaczała przejście do zmechanizowanej produkcji przemysłowej napędzanej nowymi wynalazkami i technologiami, co miało ogromny wpływ na rozwój produkcji, transportu, handlu oraz na kształtowanie się nowoczesnego społeczeństwa¹.

¹ Zamorska K., *Pięć rewolucji przemysłowych – przyczyny, przebieg i skutki (ujęcie historyczno-analityczne)*, „Studia BAS” 3(63), 2020, s. 7.

Rewolucję przemysłową można również postrzegać jako proces zmian gospodarczych, będących bezpośrednim skutkiem aktywności innowacyjnej – wynaleźenia technologii zmieniającej sposób produkcji i metody pracy. Co więcej, zmiany te pociągają za sobą kolejne konsekwencje, przede wszystkim w obszarze społecznym i kulturowym².

Okres rewolucji przemysłowej zaowocował wieloma przełomowymi odkryciami i wynalazkami obejmującymi różnorodne obszary życia, co przedstawiono na rysunku 5.

Rysunek 5. Kluczowe innowacje i technologie rewolucji przemysłowej



Źródło: opracowanie własne.

² *Rewolucja przemysłowa sprawiła, że rozwój naszej cywilizacji nabrał tempa. Ma też jednak poważne minusy*, <https://www.national-geographic.pl/historia/rewolucja-przemyslowa-jak-zmieni-la-swiat-i-wplynela-na-rozwoj-gospodarczy/> [dostęp: 16.10.2024].

Mając na uwadze tło historyczne, początków rewolucji przemysłowej należy dopatrywać się w XVIII-wiecznej Anglii, która wówczas uchodziła za jeden z najzamożniejszych i najlepiej rozwiniętych krajów świata. Brytyjskie kolonie³, zakładane jeszcze za panowania Stuartów⁴, a swój szczytowy rozwój osiągające w erze wiktoriańskiej⁵, funkcjonowały sprawnie już w epoce gregoriańskiej⁶.

Jak pokazuje rysunek 5 – i jak sugeruje sama nazwa – rewolucja przemysłowa to okres wielkich odkryć i intensywnego rozwoju innowacji. Jednym z istotnych osiągnięć tamtego czasu były pierwsze mechaniczne kalkulatory. Stanowiły one początek rozwoju współczesnych komputerów. Już w XVII w. Blaise Pascal⁷ skonstruował Pascalinę – maszynę do dodawania i odejmowania. Niedługo później Gottfried Wilhelm Leibniz⁸ opracował bardziej zaawansowane urządzenie, które umożliwiało wykonywanie różnorodnych obliczeń matematycznych. Mimo to ówczesne maszyny liczące były przeznaczone wyłącznie do ściśle określonych zadań i wymagały ręcznej obsługi⁹.

³ Uważa się, że terytorialna ekspansja Imperium Brytyjskiego rozpoczęła się wraz z powstaniem angielskiego imperium kolonialnego pod koniec XVI w. Od tego momentu liczne obszary na różnych kontynentach znalazły się pod kontrolą Wielkiej Brytanii lub jej poprzedników.

⁴ Stuartowie to dynastia panująca w Szkocji od 1371 r., a od 1603 r. także w Anglii. Okres ich rządów obejmował m.in. czas wojen domowych i rewolucji. To właśnie za panowania tego rodu Anglia rozpoczęła szeroko zakrojoną ekspansję kolonialną, stała się europejskim mocarstwem i uczestniczyła w tworzeniu Królestwa Wielkiej Brytanii.

⁵ Era wiktoriańska to okres w dziejach Wielkiej Brytanii pod panowaniem królowej Wiktorii Hanowerskiej, sprawującej rządy w latach 1837–1901.

⁶ *Rewolucja przemysłowa sprawiła...* Epoka gregoriańska to okres reform Kościoła w XI–XII w., zmierzających do jego instytucjonalnej odnowy i uniezależnienia od władzy świeckiej.

⁷ Blaise Pascal był francuskim intelektualistą, filozofem, fizykiem, inżynierem-wynalazcą, literatem, matematykiem i teologiem. Uzyskał patent na wynalezioną przez siebie maszynę do wykonywania podstawowych działań arytmetycznych – Pascalinę.

⁸ Gottfried Wilhelm Leibniz był niemieckim prawnikiem, dyplomatą, historykiem i bibliotekarzem, a równocześnie zajmował się filozofią, fizyką teoretyczną, inżynierią mechaniczną oraz matematyką. Przez większość swojej kariery zawodowej pozostawał związany z dworem Księstwa Hanoweru.

⁹ Duch W., *Fascynujący świat komputerów*, s. 9–10, <https://www.is.umk.pl/~duch/books-fsk/FSK/FSK-05.pdf> [dostęp: 03.12.2024].

Rozwój maszyny parowej, jednego z kluczowych wynalazków epoki, wiąże się z działalnością Jamesa Watta. Od 1759 r. interesował się on możliwością wykorzystania energii pary wodnej, eksperymentując z kociołkiem Papina¹⁰. Zimą na przełomie lat 1763/1764, reperując uniwersytecki model maszyny parowej Newcomena¹¹, dostrzegł jej liczne niedociągnięcia i ograniczenia. Skłoniło go to do podjęcia prac nad jej udoskonalaniem. W 1769 r. Watt opatentował ulepszoną wersję maszyny parowej, co stało się jednym z punktów zwrotnych rewolucji przemysłowej. Najważniejszą innowacją było dodanie oddzielnego skraplacza pary, który znacząco zwiększył sprawność urządzenia. Unowocześniona maszyna parowa znalazła szerokie zastosowanie w górnictwie, przemyśle tekstylnym i transporcie¹².

Kolejnym istotnym osiągnięciem innowacyjnym tego okresu było zastosowanie maszyn parowych do napędu statków i lokomotyw. W 1825 r. George Stephenson zbudował pierwszy praktycznie wykorzystywany parowóz, Locomotion No. 1, który zapoczątkował rozwój kolei oraz umożliwił znacznie szybszy transport towarów i ludzi.

Dalsze innowacje widoczne są w rozwoju przemysłu tekstylnego. W 1732 r. wynalezione zostało tzw. latające czółenka, które dwukrotnie podniosło wydajność pracy tkacza – w ciągu jednego dnia zużywał on tyle przędzy, ile wcześniej powstawało na kołowrotku przez dwa dni. Zniwelowanie różnicy między wydajnością tkacza a przędzarki stworzyło warunki do skonstruowania w 1765 r. przędzarki Jenny (*spinning Jenny*). To napędzane ręczną korbą urządzenie wprawiało jednocześnie w ruch kilka wrzecion, co znacznie zwiększyło wydajność produkcji przędzy¹³.

¹⁰ Kociołek Papina to pierwowzór maszyny parowej, wynaleziony przez Denisa Papina w 1681 r.

¹¹ Maszyna parowa Newcomena to atmosferyczny silnik parowy, a dokładniej pierwszy praktycznie stosowany silnik parowy.

¹² Watt James, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/watt-james;3994317.html> [dostęp: 18.10.2024].

¹³ Rewolucja przemysłowa w Anglii w XVIII i XIX wieku, <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DchL-Pg7D7> [dostęp: 18.10.2024].

Jeszcze jednym istotnym odkryciem w przemyśle tkackim było udoskonalenie krosna tkackiego poprzez zastosowanie napędu wodnego (*water frame*). Wynalazek Richarda Arkwrighta¹⁴ z 1769 r., wykorzystujący energię wodną do mechanicznego przędzenia, stał się początkiem mechanizacji w przemyśle tekstylnym.

Kolejny przełom przyniosło skonstruowanie „muła” przędzalniczego. Czas pokazał, że nawet tak wydajne maszyny, jak Jenny czy *water frame* można jeszcze ulepszyć. W 1779 r. zajął się tym Samuel Crompton¹⁵. Swój wynalazek nazwał „mułem” (*mule*). Przy jego projektowaniu inspirował się zarówno przędzarką Hargreavesa¹⁶, jak i konstrukcją Arkwrighta. O ile pierwsza z nich wymagała napędu siłą ludzkich mięśni, Crompton połączył jej mechanizm z napędem wodnym, dzięki czemu uzyskał maszynę wyjątkowo wydajną i precyzyjną. Wynalazek ten, łączący cechy *spinning Jenny* i *water frame*, umożliwił produkcję cieńszych, a zarazem mocniejszych nici, co w konsekwencji zapoczątkowało masową, nieporównywalnie bardziej efektywną produkcję tekstyliów¹⁷.

Rewolucja przemysłowa przyniosła również rozwój hutnictwa. W 1709 r. Abraham Darby¹⁸ wynalazł metodę wykorzystania koksu (przetworzonego węgla) zamiast węgla drzewnego do wytapiania żelaza. Dzięki temu produkcja żelaza stała się tańsza i bardziej efektywna, co umożliwiło rozwój przemysłu metalurgicznego.

W drugiej połowie XVIII w. doszło do istotnych przemian związanych z działalnością Henry'ego Corta¹⁹. W 1784 r. opracował on piec pudlarski oraz metodę walcowania prętów żelaznych, co umożliwiło masową produkcję wysokiej

¹⁴ Richard Arkwright był angielskim wynalazcą i przemysłowcem.

¹⁵ Samuel Crompton – angielski włókiennik i mechanik.

¹⁶ James Hargreaves był brytyjskim tkaczem. W 1764 r. wynalazł przędzącą Jenny, a wniosek o patent złożył w roku 1770.

¹⁷ Gnaś H., *Wynalazki rewolucji przemysłowej*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2023/10/03/wynalazki-rewolucji-przemyslowej> [dostęp: 19.10.2024].

¹⁸ Abraham Darby był angielskim hutnikiem, uważanym za pioniera nowoczesnej metalurgii żelaza. Wynalazł metodę wykorzystania koksu zamiast węgla drzewnego w procesie wytopu żelaza.

¹⁹ Cort Henry, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Cort-Henry;3887848> [dostęp: 21.10.2024].

jakości żelaza. Innowacje te odegrały kluczową rolę w rozwoju kolei, budowie maszyn oraz wznoszeniu mostów i konstrukcji inżynierskich, stając się jednym z fundamentów epoki przemysłowej.

Z całą pewnością koleje stały się jednym z najważniejszych wynalazków XIX w. George Stephenson²⁰ zbudował pierwszy parowóz w Anglii, a w 1826 r. uruchomił pierwszą linię kolejową między Stockton a Darlington. Następnie, w 1830 r., otwarto słynną linię Liverpool–Manchester, która znacząco przyspieszyła transport towarów i ludzi. W następstwie kolej odegrała ogromną rolę w procesie industrializacji, rozwoju miast oraz globalizacji handlu, umożliwiając szybki i relatywnie tani przewóz surowców i produktów na duże odległości²¹.

Rewolucja przemysłowa przyniosła także możliwość rozwoju przemysłu chemicznego. W 1791 r. Nicolas Leblanc²² stworzył metodę przemysłowej produkcji sody kalcyonowanej przy użyciu kwasu siarkowego na skalę przemysłową, która stała się jednym z fundamentów nowoczesnej chemii przemysłowej. Umożliwiła ona wytwarzanie siarczanu sodu z soli kuchennej przy użyciu kwasu siarkowego, a jako proces uboczny powstawał kwas solny. Opracowanie tej metody pozwoliło na tanią i masową produkcję sody kalcyonowanej, niezbędnej m.in. do produkcji szkła, mydła i tekstyliów²³.

Jak już można zauważyć, wiek XIX był okresem przełomowym w historii ludzkości, a lista innowacyjnych odkryć tego okresu jest znacznie dłuższa. To właśnie w tym stuleciu powstały setki nowych patentów, które wywarły istotny wpływ na rozwój współczesnej cywilizacji. Już pod koniec XVIII w.,

²⁰ George Stephenson był brytyjskim inżynierem, który odegrał kluczową rolę w rozwoju nowoczesnej lokomotywy parowej. Uważany jest za „ojca kolei parowych”.

²¹ *Początki kolejnictwa*, <https://www.national-geographic.pl/nauka/poczatki-kolejnictwa> [dostęp: 21.10.2024].

²² Nicolas Leblanc był francuskim chemikiem i lekarzem. Opracował pierwszą metodę otrzymywania sody kalcyonowanej (węglanu sodu) na skalę przemysłową (tzw. metoda Leblanca).

²³ Zawidzki J., *Chemia nieorganiczna*, t. 2, Wydawnictwo Kasy im. Mianowskiego, Instytutu Popierania Nauki, Warszawa 1936, https://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/1616/PDF/06jzchn2_saletra.pdf [dostęp: 21.10.2024].

w 1792 r., William Murdoch²⁴ jako jeden z pierwszych zastosował oświetlenie gazowe, które zrewolucjonizowało funkcjonowanie domów, fabryk oraz całych miast. Na początku XIX w. gazowe latarnie uliczne zaczęły pojawiać się w przestrzeni miejskiej, co umożliwiło wydłużenie godzin pracy i podniosło jakość życia mieszkańców miast²⁵.

W XIX w. rozpoczęły się intensywne badania nad zjawiskami elektryczności i magnetyzmu. W tym procesie fundamentalną rolę odegrał Michael Faraday, formułując teorie dotyczące elektryczności, magnetyzmu i światła. Największe znaczenie – zarówno praktyczne, jak i teoretyczne – miały jego prace z zakresu rodzącej się wówczas nauki o elektryczności, prowadzone od 1821 r. Faraday był przekonany, że ruch ładunków elektrycznych musi wywoływać zjawisko analogiczne do indukcji elektrostatycznej. Przez blisko dziesięć lat prowadził badania, które w 1831 r. doprowadziły do odkrycia indukcji elektromagnetycznej, czyli powstawania siły elektromotorycznej w przewodniku umieszczonym w zmiennym polu magnetycznym. Na tej podstawie zbudował pierwszą prądnice elektryczną (generator), przetwarzającą energię mechaniczną w energię elektryczną, co jest uznawane za jego najważniejsze osiągnięcie naukowe. W kolejnych latach Faraday odkrył również zjawisko samoindukcji, polegające na powstawaniu siły elektromotorycznej w obwodzie, w którym zmienia się natężenie prądu. Ponadto zbudował on pierwszy, choć jeszcze bardzo prymitywny, model silnika elektrycznego, który stał się protoplastą wszystkich współczesnych silników elektrycznych²⁶.

Rewolucja przemysłowa przyniosła również innowacje w transporcie wodnym. W 1807 r. Robert Fulton zbudował pierwszy użyteczny parowiec – *Clermont*, który zapoczątkował regularną żeglugę pasażerską po rzece Hudson w Stanach

²⁴ William Murdoch był szkockim inżynierem i wynalazcą, który zasłynął przede wszystkim z zastosowań gazu węglowego do oświetlenia budynków mieszkalnych i przemysłowych. Uznawany jest za jednego ze współtwórców rewolucji przemysłowej.

²⁵ *Wynalazki XVIII wieku zrewolucjonizowały świat. Pamiętaj, kto za nimi stoi?*, <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalazki-xviii-wieku-zrewolucjozniwaly-swiat-pamietasz-kto-za-nimi-stoi-230728102324> [dostęp: 21.10.2024].

²⁶ *Faraday Michael*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/faraday-michael;3899905.html> [dostęp: 13.11.2024].

Zjednoczonych. Tego typu statki szybko rozprzestrzeniły się na świecie i przyspieszyły transport morski, umożliwiając bardziej efektywną wymianę handlową²⁷.

Okres ten przyniósł również dynamiczny rozwój bankowości oraz systemów finansowych. Rewolucja przemysłowa zaowocowała rozwojem systemów bankowych i finansowych, które wspierały rosnące potrzeby kapitałowe przemysłowców. Banki zaczęły odgrywać kluczową rolę w finansowaniu przedsięwzięć gospodarczych oraz w organizowaniu przepływu środków pieniężnych. Szczególnie wyraźnie proces ten widoczny był w Niemczech. Impuls do rozwoju niemieckich banków akcyjnych był ściśle związany z potrzebami inwestycyjnymi przedsiębiorców kolejowych, co przyczyniło się do rozwoju instrumentów finansowych oraz rynku papierów wartościowych. Pierwsze duże banki akcyjne powstały z inicjatywy prywatnych bankierów. Były to m.in. Commerzbank, założony w Hamburgu w 1870 r., Deutsche Bank utworzony w 1870 r. w Berlinie oraz Dresdner Bank, powstały dwa lata później w Dreźnie. W kolejnych dekadach banki akcyjne ulegały dalszemu rozwojowi, starając się odpowiadać na stale zmieniające się oczekiwania klientów oraz sprostać coraz bardziej złożonym i turbulentnym warunkom funkcjonowania. Największe z nich pod koniec XIX w. zajmowały wiodącą pozycję na rynku finansowym i oferowały szeroki zakres usług, w tym kredyty krótkoterminowe i operacje związane z papierami komercyjnymi²⁸.

Rewolucyjne zmiany na rynkach finansowych obejmowały również powstanie spółek akcyjnych oraz dynamiczny rozwój giełd papierów wartościowych, co umożliwiło mobilizację znacznie większych zasobów kapitałowych, niezbędnych do rozwoju nowych technologii i infrastruktury. Historia giełd papierów wartościowych sięga XVII w., a jej początków można doszukiwać się w działalności Holenderskiej Kompanii Wschodnioindyjskiej, która w 1602 r., jako pierwsza spółka akcyjna, publicznie zaoferowała swoje akcje.

²⁷ Robert Fulton, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Fulton-Robert;3903168.html> [dostęp: 13.11.2024].

²⁸ Leszczyńska C., *Miejsce banków w rozwoju gospodarczym ziem polskich w latach 1870–1932*, „UR Journal of Humanities and Social Sciences” 2(27), 2023, s. 49, <https://journalofhumanitiesandsocialsciences.com/272023/4.pdf> [dostęp: 13.11.2024].

Wydarzenie to dało początek nowoczesnemu kapitalizmowi akcyjnemu i giełdzie w Amsterdamie, uznawanej za pierwszą giełdę papierów wartościowych na świecie. W 1773 r. w Londynie powstała Giełda Londyńska, która szybko stała się jednym z kluczowych centrów finansowych Europy. Z kolei w 1792 r. powstała Giełda Nowojorska (New York Stock Exchange – NYSE), odegrywająca istotną rolę w XIX w., zwłaszcza w kontekście rosnącego zapotrzebowania na kapitał związanego z rewolucją przemysłową²⁹.

Istotną innowacją okresu rewolucji przemysłowej był także telegraf. Samuel Morse³⁰ w 1837 r. opracował system telegraficzny, który umożliwił natychmiastowe przesyłanie wiadomości na duże odległości, wykorzystując do tego sygnały elektryczne. W przeciwieństwie do konkurencyjnych rozwiązań, opartych na ruchu igieł magnetycznych pod wpływem prądu, działanie telegrafu Morse'a polegało na zamykaniu i przerywaniu obwodu elektrycznego w regularnych odstępach czasu przez naciskanie specjalnego klucza telegraficznego. Na stacji odbiorczej sygnały te były rejestrowane przez ołówek umieszczony nad przesuwającym się paskiem papieru, który kreślił kropki i kreski – w zależności od długości impulsu elektrycznego. System ten stał się podstawą alfabetu Morse'a, stanowiącego uniwersalny kod komunikacyjny. Od 1847 r. rozwiązanie Morse'a zaczęło się szybko rozpowszechniać w innych krajach i na kolejnych kontynentach. Wynalazek ten zrewolucjonizował komunikację krajową i międzynarodową, wywierając znaczący wpływ na rozwój handlu, administracji oraz polityki³¹.

Rewolucja przemysłowa doprowadziła do szybkiej urbanizacji i zmiany warunków wykonywanej pracy. Wraz z rozwojem przemysłu i budową fabryk ludność masowo migrowała z obszarów wiejskich do miast. W rezultacie ośrodki takie jak Birmingham, Liverpool czy Manchester rozwijały się

²⁹ Cyrek M., *Giełda papierów wartościowych – co to jest i jak działa?*, <https://cyrekdigital.com/pl/baza-wiedzy/gielda-papierow-wartosciowych> [dostęp: 13.11.2024].

³⁰ Morse Samuel Finley Breese był amerykańskim artystą – malarzem, rzeźbiarzem, wynalazcą, pionierem telegrafii elektrycznej.

³¹ *Telegraf Morse'a*, <https://ruj.uj.edu.pl/server/api/core/bitstreams/213d2964-676e-4aac-a89b-fba489e0974f/content> [dostęp: 13.11.2024]; *Morse Samuel Finley Breese*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Morse-Samuel-Finley-Breese;3943591.html> [dostęp: 13.11.2024].

w niezwykle szybkim tempie, przekształcając się w kluczowe centra przemysłowe. Procesy industrializacji i urbanizacji dotknęły również Stany Zjednoczone, szczególnie północno-wschodnią oraz środkowozachodnią część kraju. Postęp technologiczny w budownictwie, transporcie i oświetleniu – będący jednym z efektów rewolucji przemysłowej – istotnie zmieniał strukturę i funkcjonowanie miast. Dotyczyło to zwłaszcza obszarów położonych na północ od Waszyngtonu i na wschód od Kansas City. Miasta sprzyjały rozwojowi nowych form działalności przemysłowej, zarówno na dużą, jak i na mniejszą skalę. Stały się również miejscami koncentracji kapitału, gromadzonego przez przedsiębiorców i inwestorów, co umożliwiało dalsze uprzemysłowienie pozostałych regionów kraju. Procesy te przyczyniły się do intensywnego rozwoju społeczno-gospodarczego, napędzając jednocześnie kolejne fale postępu technologicznego i innowacji³².

Powyższe przemiany doprowadziły do przekształcenia warunków wykonywanej pracy, co w konsekwencji zaowocowało pojawieniem się innowacji w sferze społecznej. W fabrykach panowały często trudne i niesprzyjające warunki, w związku z tym zaczęły kształtować się pierwsze ruchy robotnicze oraz związki zawodowe, domagające się lepszych warunków pracy oraz wyższych wynagrodzeń³³.

Wraz z powstawaniem coraz większej liczby fabryk pojawiły się także innowacje w zarządzaniu produkcją. Kształtujący się system fabryczny stopniowo zastępował wcześniejsze formy organizacji pracy, takie jak rzemiosło i manufaktury. Produkcja została skoncentrowana w jednym miejscu, oparta na podziale pracy i wykorzystaniu maszyn, co znacząco zwiększyło jej wydajność. Wraz z rozwojem przemysłu pojawiła się także potrzeba standaryzacji procesów produkcyjnych. Dobrym przykładem tego zjawiska jest działalność

³² Reesa J., *Industrializacja i urbanizacja w Stanach Zjednoczonych, 1880–1929*, <https://oxfordre.com/americanhistory/display/10.1093/acrefore/9780199329175.001.0001/acrefore-9780199329175-e-327> [dostęp: 13.11.2024].

³³ Żejmo M., *Istota przemian industrialnych w XIX wieku*, „Studia Gdańskie. Wizje i rzeczywistość” XII, 2015, s. 173, <https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-ca6ece58-735c-4d05-bbde-7b3fed20a161/c/169-178-Zejmo-Istota.pdf> [dostęp: 14.11.2024].

Henry'ego Forda, który wprowadził linię montażową jako innowacyjny model organizacji produkcji. Ford zastosował daleko idącą standaryzację procesów, polegającą na ustaleniu jednolitych i powtarzalnych sposobów wykonywania poszczególnych czynności. Każdemu pracownikowi przypisano konkretne zadanie do wykonania, a cały proces produkcyjny był precyzyjnie zaplanowany i kontrolowany, co pozwalało zachować jednolitą jakość wyrobów końcowych. Rozwiązanie to bezdyskusyjnie zrewolucjonizowało produkcję masową i stało się fundamentem nowoczesnego przemysłu³⁴.

Reasumując, kolebką rewolucji przemysłowej była XVIII-wieczna Wielka Brytania. Wśród głównych przyczyn pierwszej rewolucji przemysłowej wskazuje się eksplozję demograficzną, postępującą industrializację oraz rozwój handlu. Przemiany te zachodziły w przybliżeniu w latach 1750-1850. Rewolucja przemysłowa w Anglii charakteryzowała się zwiększaniem roli przemysłu skoncentrowanego w miastach kosztem rolnictwa dominującego dotąd na obszarach wiejskich³⁵.

Pierwsze etapy rewolucji przemysłowej zaowocowały licznymi przełomowymi wynalazkami, które w istotny sposób wpłynęły na rozwój społeczno-gospodarczy świata. Najważniejsze innowacje tego okresu oraz ich twórców prezentuje rysunek 6.

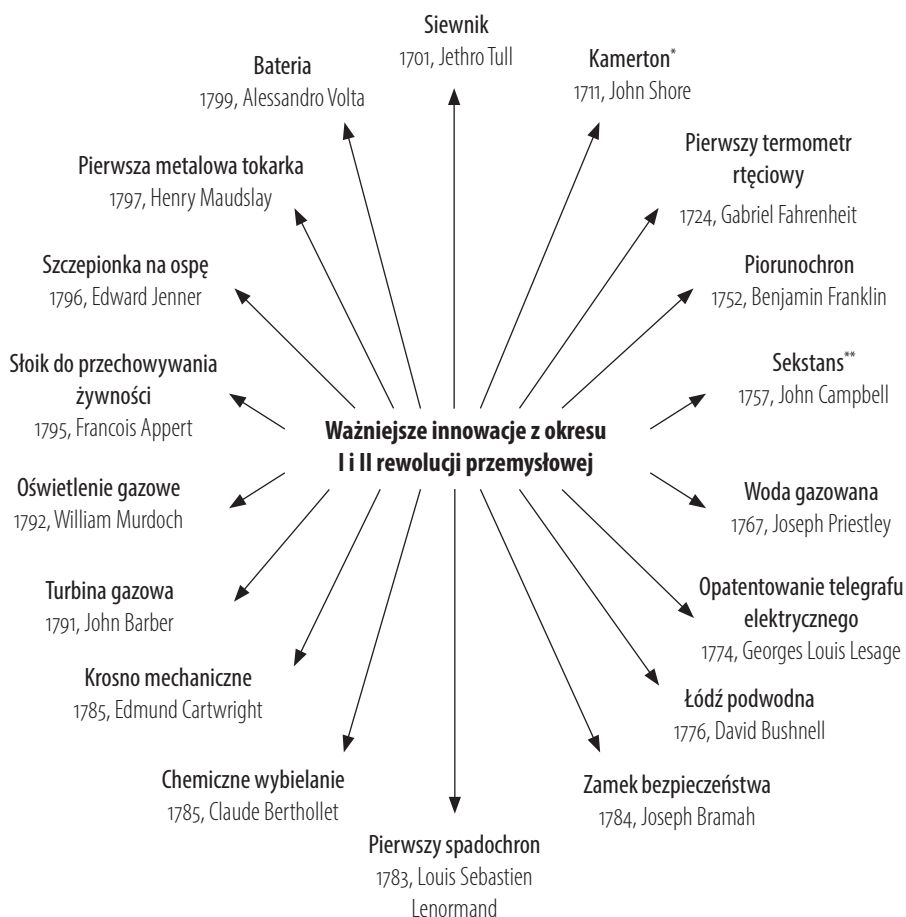
Kolejna fala przeobrażeń gospodarczych nastąpiła w latach 1870–1914 i była związana z wykorzystaniem energii elektrycznej oraz wprowadzeniem produkcji masowej, m.in. dzięki zastosowaniu taśmy produkcyjnej. Okres ten określa się mianem drugiej rewolucji przemysłowej³⁶.

Rewolucja ta była kluczowym momentem w historii ludzkości, zapoczątkującym dynamiczny rozwój innowacji na skalę globalną. Wprowadzenie maszyn parowych, mechanizacji procesów produkcji oraz nowych źródeł

³⁴ Henry Ford i jego osiągnięcia w zakresie zarządzania produkcją oraz wkład w lean manufacturing, <https://openhorizon.com.pl/henry-ford-i-jego-osiagniecie-w-zakresie-zarzadzania-produkcja-oraz-wklad-w-lean-manufacturing> [dostęp: 14.11.2024].

³⁵ Zamorska K., *Pięć rewolucji...*, s. 10.

³⁶ Cztery rewolucje przemysłowe – od maszyny parowej do sztucznej inteligencji, <https://tvn24.pl/swiat/rewolucja-przemyslowa-co-to-jest-przyczyny-skutki-i-najwazniejsze-wynalazki-st5490213> [dostęp: 18.11.2024].

Rysunek 6. Ważniejsze innowacje z okresu pierwszej i drugiej rewolucji przemysłowej

* Kamerton to przyrząd, a dokładniej stalowy pręt służący do strojenia instrumentów muzycznych.

** Sekstans to kątomierz lusterkowy, a precyzyjnej – optyczny przyrząd nawigacyjny, który był wykorzystywany w astronomii i żeglarswie.

Źródło: opracowanie własne.

energii – początkowo węgla, a następnie elektryczności – radykalnie zmieniło gospodarkę, transport oraz codzienne życie ludzi. Rozwój przemysłu przyczynił się do intensywnej urbanizacji, wzrostu populacji oraz globalizacji handlu.

Innowacje technologiczne, takie jak rozwój kolei, telegrafu, nowoczesnych metod produkcji stali czy linii montażowej, stworzyły fundamenty współczesnego społeczeństwa przemysłowego. Procesy te nie tylko zwiększyły wydajność i obniżyły koszty produkcji, ale także wpłynęły na rozwój edukacji, nauki i medycyny, kształtując kierunki dalszego rozwoju cywilizacyjnego.

VI

Współczesność – trzecia i czwarta rewolucja przemysłowa

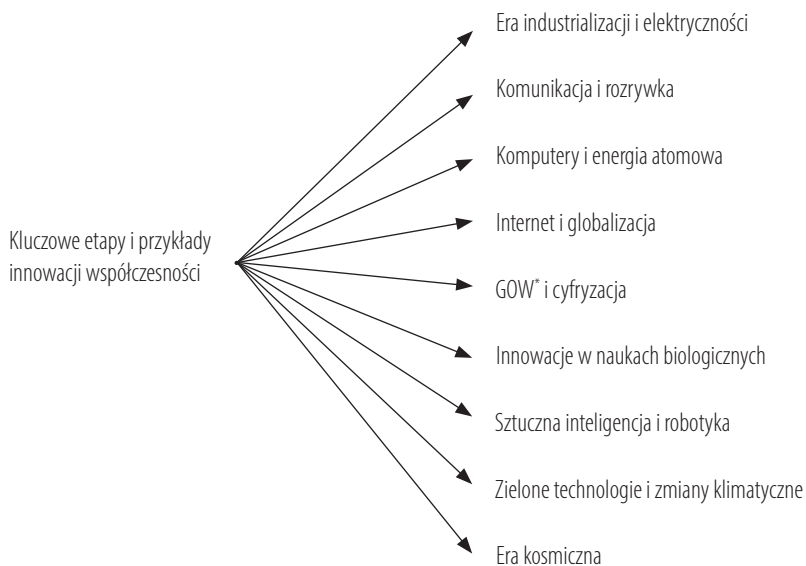
Historia innowacji w XX i XXI w. stanowi dynamiczny proces postępu technologicznego, naukowego, społecznego i ekonomicznego, który znacząco zmienił sposób funkcjonowania społeczeństw na całym świecie.

W latach 70. XX w. rozpoczęła się trzecia rewolucja przemysłowa, nazywana także rewolucją cyfrową. Jej kluczowym elementem było zapoczątkowanie częściowej automatyzacji procesów produkcyjnych poprzez zastosowanie wyposażonych we własną pamięć i możliwość programowania sterowników oraz komputerów. Do najważniejszych osiągnięć naukowo-technicznych tego okresu zalicza się m.in. rozwój półprzewodników, układów scalonych, biotechnologii, technologii światłowodowej oraz energetyki atomowej¹.

Współczesność przyniosła ze sobą liczne nowe możliwości rozwoju, ale zarazem wiele różnorodnych zagrożeń. Przybierające na sile procesy globalizacyjne, postęp technologiczny oraz rosnąca świadomość społeczeństwa sprzyjają realizacji kolejnych innowacyjnych projektów i inicjatyw, obejmujących coraz większy zakres potrzeb oraz obszarów życia społecznego, gospodarczego i kulturalnego.

Trzecia i czwarta rewolucja przemysłowa przypadają na okres XX i XXI w. Trzecia rewolucja przemysłowa, określana również mianem rewolucji naukowo-technicznej, rozpoczęła się w połowie XX w., natomiast jej rozkwit przypadał na lata 90. tego wieku. Jej założenia koncentrowały się m.in.

¹ Trzecia rewolucja przemysłowa, <https://www.martech-hs.pl/trzecia-rewolucja-przemyslowa> [dostęp: 18.11.2024].

Rysunek 7. Kluczowe etapy i przykłady innowacji współczesności

* Gospodarka oparta na wiedzy (GOW) to model gospodarczy, w którym wiedza i informacja stanowią kluczowe czynniki zdolności innowacyjnej oraz rozwoju społeczno-gospodarczego.

Źródło: opracowanie własne.

na poszukiwaniu i wdrażaniu nowych źródeł energii, takich jak energia jądrowa, słoneczna czy wiatrowa. W konsekwencji wzrosło zapotrzebowanie na badania naukowe, zarówno ze strony państw uczestniczących w wyścigu zbrojeń, jak i konkurujących ze sobą korporacji. Znaczną część uwagi skupiono także na elektronice i nowoczesnych technologiach, których celem było zautomatyzowanie i przyspieszenie procesów produkcyjnych, a także tworzenie nowych form komunikacji i rozrywki².

² Cztery rewolucje przemysłowe – od maszyny parowej do sztucznej inteligencji, <https://tvn24.pl/swiat/rewolucja-przemyslowa-co-to-jest-przyczyny-skutki-i-najwazniejsze-wynalazki-st5490213> [dostęp: 20.11.2024].

Początek XX w. to wspomniana era industrializacji i rozwoju elektryczności. Jedną z najważniejszych innowacji początku XX w. było powszechne wykorzystanie energii elektrycznej zarówno w przemyśle, jak i w gospodarstwach domowych. Wynalazki, takie jak żarówka Thomasa Edisona i rozwój sieci energetycznych, zrewolucjonizowały sposób życia społeczeństw, umożliwiając wydłużenie czasu pracy, poprawę warunków bytowych oraz wzrost wydajności produkcji.

Kolejnym etapem przemian była rewolucja w sferze motoryzacji, zapoczątkowana przez Henry'ego Forda, który wprowadził ruchomą linię montażową, co pozwoliło obniżyć koszty produkcji samochodów, czyniąc je dostępnymi dla różnych warstw społecznych. Symbolicznym osiągnięciem tego okresu stał się Model T³, który uosabiał ideę masowej motoryzacji.

Wizja Forda, zakładająca uczynienie samochodu praktycznym i przystępnym cenowo środkiem transportu, wpłynęła na zmianę stylu życia milionów ludzi. Opracowana przez niego ruchoma linia montażowa oraz techniki produkcji masowej wyznaczyły standardy światowej praktyki przemysłowej w pierwszej połowie XX w.⁴

Lata międzywojenne przyniosły pierwsze innowacyjne zmiany w komunikacji i rozrywce. W tym czasie miał miejsce rozwój technologii radiowej, a także pierwsze próby upowszechnienia telewizji. Jednak to większość XX stulecia upłynęła pod znakiem dominacji tzw. mediów rozsiewczych (radia i telewizji), w których przekaz informacji był jednokierunkowy – od nadawcy do masowego odbiorcy. Rozwój bezprzewodowej transmisji był bezpośrednim następstwem praktycznego wykorzystania praw sformułowanych w połowie XIX w. przez Jamesa Clerka Maxwella, opisujących zjawiska elektromagnetyczne. Kolejne badania prowadzone przez Heinricha Hertza⁵, a następnie prace wynalazców

³ Ford model T to samochód osobowy, produkowany pod amerykańską marką Forda w latach 1908–1927.

⁴ *Założyciel firmy Ford: historia Henry'ego Forda*, <https://www.ford.pl/swiat-forda/ford-blog/zalozyciel-firmy> [dostęp: 20.11.2024].

⁵ Heinrich Rudolf Hertz był niemieckim fizykiem pochodzenia żydowskiego, profesorem Uniwersytetu w Bonn i Politechniki w Karlsruhe, laureatem Medalu Rumforda z 1890 r.,

takich jak Guglielmo Marconi oraz Aleksandr Popow, doprowadziły do pierwszych udanych prób bezprzewodowego przesyłania sygnału elektromagnetycznego na odległość. Pierwsza audycja radiowa miała miejsce w grudniu 1906 r., kiedy amerykański elektrotechnik Reginald Fessenden⁶ wyemitował z Brant Rock w Massachusetts program słyszalny wzdłuż wybrzeża Atlantyku aż po Wirginię. Cztery lata później w eterze usłyszeć można było głos Enrica Carusa⁷ śpiewającego w Metropolitan Opera. Postęp ten zmienił sposób, komunikowania się ludzi oraz spędzania czasu wolnego. Radio szybko stało się jednym z najważniejszych mediów informacyjnych i rozrywkowych XX w. Równolegle rozwijała się technologia telewizyjna, która zaczęła zdobywać popularność w latach 30. i 40. Pierwsze próby transmisji obrazu miały miejsce w 1925 r., jednak nie zakończyły się pełnym sukcesem technicznym. Mimo to już w 1935 r. w Niemczech prowadzono regularne emisje próbne, a podczas Letnich Igrzysk Olimpijskich 1936 r. obraz telewizyjny można było oglądać w specjalnych salach wyposażonych w odbiorniki. Pierwszy publiczny system telewizji został uruchomiony w Wielkiej Brytanii przez BBC, co zapoczątkowało rozwój telewizji jako nowego, masowego medium komunikacji⁸. Warto dodać, że w 1945 r. w telewizory wyposażonych było zaledwie ok. 5 tys. amerykańskich domów, zaś 23 lata później w Stanach Zjednoczonych funkcjonowało już 78 mln odbiorników telewizyjnych.

Dynamiczny rozwój telewizji doprowadził do kolejnego rozwoju technologicznego – w 1964 r., z okazji letniej olimpiady w Tokio, rozpoczął działalność pierwszy satelita telewizyjny Syncom II⁹. Wydarzenie to zapoczątkowało epokę niemal jednoczesnego dostarczania sygnału telewizyjnego na całą kulę

a za jego główne osiągnięcia uznaje się odkrycia doświadczalne – fale elektromagnetyczne i zewnętrzny efekt fotoelektryczny.

⁶ Reginald Aubrey Fessenden był amerykańskim fizykiem i radiotechnikiem kanadyjskiego pochodzenia, który opatentował blisko 500 wynalazków.

⁷ Enrico Caruso był włoskim śpiewakiem (początkowo tenor liryczny, później tenor dramatyczny), uznawanym za „króla tenorów” w pierwszym dwudziestoleciu XX w.

⁸ The British Broadcasting Corporation (BBC) to brytyjski nadawca publiczny.

⁹ Syncom II to eksperymentalny geosynchroniczny satelita telekomunikacyjny, który – zawieszony nad południkiem 55° W – rozpoczął swoją misję 26 lipca 1963 r.

ziemską. Zdaniem legendarnego teoretyka mediów Marshalla McLuhana¹⁰, świat „skurczył się” do rozmiarów „globalnej wioski”^{11, 12}.

Dnia 17 grudnia 1903 r. dwaj Amerykanie – Orville i Wilbur Wright¹³ – dokonali pierwszych udanych lotów samolotem wyposażonym w silnik. Samolot, który został przez nich zaprojektowany i zbudowany, otrzymał nazwę Flyer. Pierwszy lot trwał zaledwie 12 sekund i obejmował dystans 37 metrów, podczas gdy czwarty trwał już 59 sekund, a pokonana odległość wyniosła ok. 260 metrów. Wydarzenie to zapoczątkowało dynamiczny rozwój lotnictwa cywilnego i wojskowego w XX w.¹⁴

Połowa tego stulecia przyniosła kolejne przełomowe innowacje, spośród których szczególne znaczenie miały komputery oraz energia jądrowa. Komputery, stanowiące dziś podstawę współczesnej technologii, mają długą i złożoną historię, sięgającą jej pierwszej połowy. Ich rozwój był odpowiedzią na potrzebę

¹⁰ Herbert Marshall McLuhan był kanadyjskim teoretykiem komunikacji, który zyskał szeroki rozgłos w latach 60. XX w. dzięki swoim pracom i oryginalnym poglądom na temat mediów oraz procesów komunikacyjnych. Zwracał uwagę na fakt, że ludzkość wkracza w nową epokę, określaną przez niego mianem „wieku informacji”. McLuhan podkreślał, że elektroniczne media – przede wszystkim rozwój telewizji, doprowadziły do powstania tzw. globalnej wioski, w której bariery czasu i przestrzeni ulegają znacznemu ograniczeniu. Sformułował też jedną ze swoich najśłynniejszych tez, według której „środek przekazu sam jest przekazem” (co oznacza, że sam typ medium ma większy wpływ na odbiorcę niż treść przekazywanej informacji). Współcześnie uznawany jest za jednego z najwybitniejszych teoretyków komunikowania masowego oraz badaczy środków przekazu.

¹¹ „Globalna wioska” to termin wprowadzony w 1962 r. przez McLuhana w książce *Galaktyka Gutenberga*. Pojęcie to opisuje proces, w którym masowe media elektroniczne znoszą bariery czasowe i przestrzenne, umożliwiając ludziom komunikację na masową skalę. W konsekwencji, w sensie kulturowym i komunikacyjnym, cały glob zaczyna funkcjonować jak wioska: informacje rozprzestrzeniają się szybko, a wydarzenia lokalne mogą mieć natychmiastowy zasięg światowy.

¹² *Technika w XX wieku*, <https://encyklopedia.pwn.pl/materialy-dodatkowe/haslo/Technika-w-XX-wieku;448865.html>, [dostęp: 20.11.2024].

¹³ Bracia Wright byli amerykańskimi pionierami lotnictwa. Powszechnie uznaje się ich za konstruktorów pierwszego samolotu zdolnego do kontrolowanego, napędzanego lotu z udziałem pilota.

¹⁴ Liwiński J., *Bracia Wright 120 lat lotnictwa silnikowego*, „Lotnictwo Aviation International” 12, 2023, <https://zbiam.pl/artykuly/bracia-wright-120-lat-lotnictwa-silnikowego> [dostęp: 20.11.2024].

szybkiego i precyzyjnego przetwarzania danych, zwłaszcza na potrzeby nauki, przemysłu i wojska. W latach 40. i 50. powstały pierwsze elektroniczne komputery, które zapoczątkowały rewolucję cyfrową.

W 1941 r. niemiecki inżynier Konrad Zuse¹⁵ skonstruował komputer Z3, uznawany za pierwszy w pełni automatyczny i programowalny komputer działający w sposób niezawodny. Maszyna ta była wykorzystywana w czasie wojny do obliczeń inżynierskich niezbędnych m.in. przy projektowaniu skrzydeł samolotów. Z3 był komputerem opartym na elektromagnetycznych przełącznikach i stanowił znaczący krok w rozwoju techniki obliczeniowej. Urządzenie potrafiło wykonywać podstawowe operacje arytmetyczne, takie jak dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie oraz pierwiastkowanie, operując na binarnych liczbach zmiennoprzecinkowych. Dane przechowywane były w pamięci liczącej 64 słowa. Program zapisywano na ośmiokanałowej taśmie perforowanej i wykonywano sekwencyjnie w trakcie jej odczytu. Charakterystyczną cechą konstrukcji było to, że realizacja pętli programowych wymagała fizycznego sklejenia końców taśmy. Dane wejściowe wprowadzano za pomocą klawiatury, natomiast wyniki obliczeń odczytywano z wyświetlacza. Częstotliwość zegara taktującego procesor wynosiła $5\frac{1}{3}$ Hz, a wykonanie operacji mnożenia zajmowało ok. 3 sekundy. Bez wątpienia Z3 wyprzedzał swoją epokę i stanowił przełom w dziedzinie automatyzacji obliczeń. Jednak ze względu na realia II wojny światowej jego znaczenie nie zostało wówczas szeroko dostrzeżone ani nagłośnione na arenie międzynarodowej¹⁶.

W 1943 r. w Wielkiej Brytanii zbudowano komputer Colossus, przeznaczony do łamania niemieckich szyfrów, w tym szyfru Enigma¹⁷. Był to pierwszy

¹⁵ Konrad Zuse był niemieckim inżynierem, konstruktorem oraz pionierem informatyki, uznawanym za twórcę jednych z pierwszych komputerów działających w systemie binarnym.

¹⁶ Duch W., *Fascynujący świat komputerów...*, s. 17.

¹⁷ Enigma była niemiecką, przenośną elektromechaniczną maszyną szyfrującą, której nazwa pochodzi od łacińskiego słowa *aenigma*, oznaczającego „zagadkę”. Jej działanie opierało się na mechanizmie obracających się wirników, które umożliwiały wielokrotne przekształcanie znaków tekstu jawnego w szyfrogram. Maszyna została skonstruowana przez Arthura Scherbiusa i była wykorzystywana przede wszystkim do szyfrowania korespondencji wojskowej i dyplomatycznej, zwłaszcza w okresie II wojny światowej.

komputer elektroniczny wykorzystujący lampy próżniowe. Był on w stanie zapisywać 5 tys. znaków na sekundę, co – jak na tamte czasy – stanowiło wynik niezwykle imponujący. Dzięki zastosowaniu Colossusa, do końca wojny udało się rozszyfrować ok. 63 miliony zakodowanych znaków. Jego działanie w istotny sposób przyczyniło się zarówno do skrócenia czasu trwania wojny, jak i do dalszego rozwoju technologii komputerowej, otwierając nowy etap w historii elektronicznego przetwarzania informacji¹⁸.

Kolejnym innowacyjnym odkryciem w dziedzinie technologii komputerowych był ENIAC (ang. Electronic Numerical Integrator and Computer). Powstał on w latach 1943–1945 w Stanach Zjednoczonych. Został zbudowany przez Johna Prespera Eckerta¹⁹ i Johna Mauchly'ego²⁰. Był to pierwszy uniwersalny komputer elektroniczny, zdolny do wykonywania szerokiego zakresu obliczeń. Urządzenie zaprojektowano na Uniwersytecie Pensylwanii na potrzeby Laboratorium Badań Balistycznych armii Stanów Zjednoczonych. ENIAC wykorzystywał lampy elektronowe i stanowił komputer ogólnego przeznaczenia, choć początkowo programowano go poprzez ręczne przełączanie wtyków i odpowiednie konfigurowanie okablowania jego modułów. Obliczenia wykonywał w systemie dziesiętnym. Warto dodać, że było to urządzenie o ogromnych rozmiarach. Komputer miał ok. 46 metrów długości, zajmował 140 m², ważył blisko 30 ton i pobierał ok. 140 kW mocy. Jego szybkość taktowania wynosiła 100 000 Hz. W ciągu sekundy można było na nim wykonać około 14 operacji mnożenia lub 5 tys. operacji dodawania. Obliczenia realizowane przy użyciu ENIAC-a w znaczącym stopniu przyczyniły się do rozwoju badań nad bronią jądrową, w tym do prac związanych z konstrukcją bomby atomowej²¹.

¹⁸ *Super-komputer II wojny światowej*, https://www.bbc.co.uk/polish/scitech/story/2004/06/040601_colossus.shtml [dostęp: 03.12.2024].

¹⁹ John Presper Eckert był amerykańskim inżynierem.

²⁰ John Mauchly był amerykańskim fizykiem i inżynierem, profesorem Uniwersytetu Pensylwanii, konstruktorem liczących maszyn analogowych i cyfrowych.

²¹ *Historia rozwoju systemów komputerowych*, <https://sezam.okno.pw.edu.pl/mod/book/view.php?id=51&chapterid=1070> [dostęp: 03.12.2024].

Późniejszy rozwój mikroprocesorów w latach 70. XX w. doprowadził do stopniowej miniaturyzacji komputerów oraz powstania komputerów osobistych. Do tej klasy zalicza się wiele różnych urządzeń, które dawniej określano wspólnym mianem „mikrokomputerów”. Współcześnie termin ten został zastąpiony nazwą „komputery osobiste”, klasyfikowane na liczne podkategorie. Rodzina komputerów osobistych, określana skrótem PC (ang. Personal Computer), obejmuje szeroką gamę systemów komputerowych różniących się mocą obliczeniową, rozmiarami i przeznaczeniem. Należą do nich zarówno niewielkie komputery przenośne, klasyczne jednostki stacjonarne typu desktop, jak i rozbudowane systemy, umieszczane w dużych obudowach typu *tower*. Komputery osobiste pracują w oparciu o kilka standardowych systemów operacyjnych, dostosowanych do różnych potrzeb użytkowników.

Za początek dynamicznej ewolucji komputerów osobistych uznaje się rok 1981, kiedy firma IBM wprowadziła na rynek model IBM PC²². Choć wcześniej istniały już konstrukcje o zbliżonych parametrach, takie jak Apple II²³, to właśnie IBM spopularyzował nazwę „komputer osobisty” i jako pierwsza duża korporacja wkroczył na rynek mikrokomputerów, wyznaczając obowiązujące standardy. Obecnie do tej klasy zalicza się zarówno popularne klony IBM PC, jak i komputery firmy Apple, a także bardziej zaawansowane i droższe konstrukcje, takie jak komputery z serii Amiga wyprodukowane przez Commodore czy modele z serii ST firmy Atari²⁴.

Pierwsze komputery zrewolucjonizowały sposób przetwarzania danych, dając początek dynamicznemu rozwojowi technologii informatycznych. Umożliwiły powstanie nowych dziedzin nauki, w tym informatyki, oraz otworzyły drogę do rozwoju współczesnych systemów komputerowych. Wprowadzenie tranzystorów w latach 50. oraz późniejszy rozwój układów scalonych pozwoliły

²² IBM-PC to oryginalna wersja i przodek platformy komputerów osobistych, która powstała 12 sierpnia 1981 r.

²³ Apple II był sprzedawany od 1977 r. Jako pierwszy komputer na świecie mógł wyświetlić kolorową grafikę. Komputer był popularny w latach 80. XX w. wraz z innymi wchodzącymi na rynek pozycjami, takimi jak wspomniany komputer osobisty typu IBM PC, pracującym pod kontrolą MS-DOS i 8-bitowymi komputerami firm Atari czy Commodore.

²⁴ Duch W., *Fascynujący świat komputerów...*

na miniaturyzację urządzeń oraz ich masową produkcję, co zmieniło funkcjonowanie świata na niespotykaną dotąd skalę.

Pierwsza połowa XX w. była także okresem intensywnego rozwoju energetyki jądrowej, której wykorzystanie – jak wspomniano przy okazji ENIAC-a – było ściśle powiązane z rozwojem zaawansowanych obliczeń naukowych. Choć odkrycia uranu i atomu miały miejsce znacznie wcześniej, to dopiero rok 1945 i zrzućenie bomb atomowych na Hiroszimę i Nagasaki zainicjowało tzw. erę atomową. Od tego momentu energia jądrowa zaczęła być wykorzystywana zarówno w celach militarnych, jak i cywilnych²⁵.

W drugiej połowie XX w. oraz na początku obecnego stulecia nastąpił dynamiczny rozkwit innowacji technologicznych. Powstało wówczas wiele przełomowych odkryć i wynalazków, a także nowych rozwiązań organizacyjno-technologicznych, które zrewolucjonizowały funkcjonowanie współczesnego świata. Ich zakres jest niezwykle szeroki – obejmował rozwój komputerów i zaawansowanych systemów elektronicznych, loty kosmiczne, znaczący postęp w medycynie i biotechnologii, fizyce, produkcji rolnej, a także nowoczesne metody zarządzania jakością, ochrony środowiska, logistyki oraz handlu elektronicznego. Szczególne miejsce wśród tych osiągnięć zajmuje internet, który – bezdyskusyjnie – stał się jednym z kluczowych narzędzi współczesnej cywilizacji. Jego pojawienie się i rozwój zrewolucjonizowały niemal każdą dziedzinę życia społecznego, gospodarczego i kulturowego, zmieniając sposób komunikacji, pracy, edukacji oraz dostępu do informacji²⁶.

Oprócz internetu za istotne owoce rozwoju innowacji technologicznych można uznać również komputery osobiste czy przenośne telefony. Wśród osób, które odegrały decydującą rolę w upowszechnieniu tych technologii, wymienić należy przede wszystkim Billa Gatesa²⁷, współzałożyciela Microsoftu,

²⁵ *Historia energetyki jądrowej*, https://e-learning.prz.edu.pl/pluginfile.php/78945/mod_resource/content/1/Historia%20energetyki%20jądrowej.pdf [dostęp: 03.12.2024].

²⁶ Klepacki B., Walejewska A., *Historia powstania i wykorzystanie Internetu*, „*Ekonomika i Organizacja Logistyki*” 2(3), 2017, s. 37.

²⁷ Bill Gates to amerykański informatyk, przedsiębiorca, filantrop i zarazem współzałożyciel, główny architekt oprogramowania oraz były prezes zarządu korporacji Microsoft.

oraz Steve'a Jobsa²⁸, współtwórcę spółki Apple. Efekty tej rewolucji najsilniej odczuwalne były w krajach rozwiniętych, gdzie doszło do wyraźnego wydłużenia średniej długości życia, przyspieszenia przepływu informacji i towarów oraz dynamicznego rozwoju środków masowego przekazu.

Podsumowując, schyłek XX w. przyniósł światu internet oraz postępujące procesy globalizacji. W przypadku internetu nie sposób wskazać jednej osoby, która mogłaby być uznana za jego wyłącznego „wynalazcę”. Powstał on bowiem w wyniku wieloletniej, zbiorowej pracy wielu naukowców i inżynierów. Poszczególne koncepcje i rozwiązania rozwijały się stopniowo, często niezależnie od siebie, a później były modyfikowane i łączone. Aby zrozumieć genezę internetu, warto cofnąć się do okresu, w którym idea globalnej sieci miała jeszcze charakter wyłącznie koncepcyjny. To właśnie wówczas pojawiły się nazwiska badaczy, którzy trwale zapisali się w historii nowoczesnych technologii. Jedną z najważniejszych postaci tego etapu był Paul Baran²⁹. W latach 50. i 60. ubiegłego wieku pracował on w amerykańskim think tanku³⁰ RAND Corporation³¹, gdzie zajmował się opracowaniem nowatorskich metod transmisji danych w sieciach komputerowych, w tym koncepcji sieci rozproszonej, odpornej na uszkodzenia³².

²⁸ Steve Jobs to jeden z trzech założycieli, były prezes oraz przewodniczący rady dyrektorów Apple Inc.

²⁹ Paul Baran był amerykańskim badaczem i informatykiem żydowskiego pochodzenia, urodzonym w Polsce.

³⁰ *Think tank* (dosł. „zbiornik myśli”) to niezależna organizacja (najczęściej typu *non-profit* – fundacja, stowarzyszenie lub instytut), która specjalizuje się wprowadzeniu badań oraz analiz dotyczących spraw publicznych. Instytucje tego typu zajmują się m.in. problematyką polityczną, gospodarczą, społeczną, technologiczną lub międzynarodową, a ich celem jest wspieranie procesów decyzyjnych poprzez dostarczanie eksperckiej wiedzy i rekomendacji.

³¹ RAND Corporation (*Research and Development*) to amerykański *think tank* oraz organizacja badawcza typu *non profit*, powstała w 1948 r. Instytucja ta została pierwotnie utworzona w celu prowadzenia badań i analiz na potrzeby United States Armed Forces, wspierając planowanie strategiczne i rozwój nowoczesnych technologii wojskowych.

³² *Jak powstał Internet – historia wynalazku, bez którego nie wyobrażamy sobie życia*, <https://www.national-geographic.pl/technologie/jak-powstal-internet-historia-wynalazku-bez-ktorego-nie-wyobrazamy-sobie-zycia> [dostęp: 03.12.2024].

W 1969 r. uruchomiono projekt ARPANET, sfinansowany przez DARPA (Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych Obrony Stanów Zjednoczonych)³³. Projekt ten umożliwił stworzenie pierwszej sieci komputerowej, łączącej cztery ośrodki akademickie: Uniwersytet Kalifornii w Los Angeles (UCLA), Stanford Research Institute (SRI), Uniwersytet Kalifornii w Santa Barbara (UCSB) i Uniwersytet Utah. W kolejnych latach ARPANET był sukcesywnie rozbudowywany, a nad jego rozwojem pracowali naukowcy z wielu ośrodków naukowo-badawczych. Projekt ten odegrał kluczową rolę w rozwoju nowoczesnych systemów komunikacyjnych – sieć ARPANET, która w latach 90. XX w. ewoluowała w globalny internet, w sposób zasadniczy zmieniła formy komunikacji, pracy oraz handlu w skali światowej³⁴.

Uogólniając, głównym celem ARPANET-u było stworzenie sieci komunikacyjnej odpornej na awarie, umożliwiającej wymianę danych pomiędzy ośrodkami badawczymi. Przełomowym osiągnięciem okazało się opracowanie w latach 70. protokołu TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), który stał się podstawą współczesnego internetu. W 1983 r. ARPANET oficjalnie przeszedł na protokół TCP/IP, co uznaje się za jeden z kluczowych momentów w historii rozwoju globalnej sieci komputerowej. Rysunek 8 ilustruje skrótowny rozwój internetu.

Rozwój internetu w latach 1966-1996 przebiegał etapami: od fazy eksperymentalnej, poprzez okres badań naukowych i wykorzystania akademickiego, aż do globalnej komercjalizacji. Kluczowe technologie, takie jak TCP/IP, World Wide Web (WWW) oraz przeglądarki graficzne, okazały się być kamieniami milowymi, które w decydujący sposób ukształtowały współczesny internet.

³³ DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) to Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych Departamentu Obrony, będąca amerykańską agencją rządową, która w latach 1958–1972 i 1993–1996 pod nazwą ARPA (ang. Advanced Research Projects Agency) odpowiedzialną za rozwój zaawansowanych technologii, w szczególności na potrzeby wojska.

³⁴ Wałajewska A., Klepacki B., *Historia powstania i wykorzystanie Internetu*, „*Ekonomika i Organizacja Logistyki*” 2(3), 2017, s. 39.

Rysunek 8. Rozwój internetu

- ↓ 1966 – pierwsze eksperymenty z komutacją pakietów w ARPA
- ↓ 1969 – uruchomienie pierwszych węzłów sieci Arpanet
- ↓ 1972 – wynalazek poczty elektronicznej
- ↓ 1973 – dołączenie pierwszego komputera spoza USA
- ↓ 1975 – zarząd sieci ARPANET przejęty przez Defense Comm. Agency
- ↓ 1980 – pierwsze eksperymenty z protokołami TCP/IP*
- ↓ 1981 – co 20 dni dołączany jest nowy komputer
- ↓ 1983 – koniec przechodzenia na TCP/IP
- ↓ 1986 – utworzenie sieci szkieletowej NSFnet**
- ↓ 1988 – przyłączenie CERN*** do internetu
- ↓ 1990 – likwidacja sieci Arpanet
- ↓ 1991 – wprowadzenie usługi gopher****
- ↓ 1991 – powstanie WWW
- ↓ 1992 – wprowadzenie przeglądarki Mosaic*****
- ↓ 1991 – powstanie systemu Gopher*****
- ↓ 1995 – prywatyzacja szkieletu sieci internet
- ↓ 1996 – uruchomienie sieci szkieletowej USA opartej na OC-3

* Protokół TCP/IP to model warstwowej struktury protokołów komunikacyjnych, wykorzystywany do przesyłania danych w sieciach komputerowych. Został on opracowany w latach 70. XX w. w DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency, Agencji Zaawansowanych Projektów Badawczych Departamentu Obrony) w celu stworzenia sieci komputerowych odpornych na awarie i potencjalne ataki. Nieco później model ten stał się podstawą struktury internetu.

** NSFNET to linia T1 o przepustowości 1,544 Mbps, która została zapoczątkowana przez National Science Foundation dla kolejnej generacji sieci ARPANET.

*** CERN (Europejska Organizacja Badań Jądrowych) to międzynarodowy ośrodek naukowo-badawczy oraz największe na świecie centrum badań w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych. Laboratorium to było jednym z pierwszych wspólnych przedsięwzięć naukowych państw europejskich i stało się trwałym wzorem międzynarodowej współpracy badawczej.

**** Gopher to protokół typu klient-serwer, umożliwiający rozpowszechnianie informacji w publicznych oraz kampusowych systemach informacyjnych. Opierał się na hierarchicznej strukturze menu, która ułatwiała użytkownikom dostęp do zasobów sieciowych, szczególnie w początkowym okresie rozwoju internetu.

***** Przeglądarka Mosaic była jedną z pierwszych przeglądarek internetowych działających w trybie graficznym, umożliwiających użytkownikom wygodny dostęp do zasobów sieci WWW.

***** System Gopher utworzony został przez pracowników University of Minnesota. Zaprojektowano go w taki sposób, by każda jednostka administracyjna mogła sprawować kontrolę nad własnym serwerem oraz zgromadzonymi na nim danymi, co sprzyjało decentralizacji zarządzania informacją.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bartuś T., *Historia sieci*, <https://home.agh.edu.pl/~bartus/index.php?action=dydaktyka&subaction=internet&item=historia>, [dostęp: 17.12.2024].

Ogólnie rzecz ujmując, rozwój internetu można podzielić na kilka zasadniczych etapów:

1. Lata 80. i wczesne lata 90.,
2. Komercjalizacja internetu,
3. Era mobilna i szerokopasmowa,
4. Chmura i Internet Rzeczy (IoT)³⁵.

Na przełomie lat 80. i wczesnych 90. XX w. internet był wykorzystywany głównie przez środowiska akademickie i wojskowe. Przełomowym momentem okazał się rok 1989, kiedy Tim Berners-Lee³⁶ opracował protokół World Wide Web (WWW), który umożliwił tworzenie i przeglądanie stron internetowych. To wydarzenie zapoczątkowało gwałtowny rozwój internetu jako narzędzia dostępnego dla szerokiego grona użytkowników.

W połowie lat 90. internet wszedł w fazę komercjalizacji. Pojawiły się pierwsze graficzne przeglądarki internetowe, takie jak Mosaic czy Netscape Navigator³⁷, które w znacznym stopniu ułatwiły korzystanie z sieci. Równocześnie upowszechnienie stałych łączy internetowych oraz spadek kosztów sprzętu komputerowego przyczyniły się do szybkiej popularyzacji internetu wśród użytkowników indywidualnych.

W XXI w. rozwój technologii mobilnych oraz powszechny dostęp do szerokopasmowego internetu zasadniczo zmieniły sposób korzystania z sieci. Upowszechnienie smartfonów i tabletów oraz rozwój aplikacji mobilnych sprawiły, że internet stał się integralnym elementem codziennego życia.

³⁵ Internet Rzeczy (ang. Internet of Things, IoT) to koncepcja sieci połączonych ze sobą urządzeń i obiektów fizycznych, które dzięki wbudowanym czujnikom, oprogramowaniu oraz łączności internetowej mogą gromadzić, przetwarzać i wymieniać dane, często bez bezpośredniego udziału człowieka.

³⁶ Tim Berners-Lee – brytyjski fizyk i programista, twórca oraz jeden z głównych pionierów World Wide Web (WWW), czyli usługi umożliwiającej publikowanie i przeglądanie stron internetowych. Jego prace zapoczątkowały rozwój współczesnego internetu w znanej dziś formie.

³⁷ Netscape Navigator – jedna z pierwszych popularnych przeglądarek internetowych, stworzona przez amerykańską firmę Netscape Communications Corporation. Odegrała kluczową rolę w popularyzacji internetu w latach 90. XX w., jednak obecnie nie jest już rozwijana ani używana.

W ostatnich latach internet wkroczył w kolejny etap rozwoju wraz z upowszechnieniem technologii chmurowych oraz Internetu Rzeczy. Umożliwia to automatyzację procesów, zdalne zarządzanie systemami oraz analizę ogromnych zbiorów danych w czasie rzeczywistym.

Można zatem stwierdzić, że rozwój internetu jest jednym z najważniejszych procesów technologicznych w historii ludzkości. Od skromnych początków jako projektu badawczego przekształcił się on w globalne narzędzie komunikacji, wiedzy i innowacji. Jego wpływ na społeczeństwo, gospodarkę i kulturę jest ogromny. Jednocześnie dynamiczny postęp technologiczny wymaga stałego monitorowania zagrożeń oraz odpowiedzialnego dostosowywania rozwiązań do nowych wyzwań. Internet pozostaje symbolem postępu, a zarazem przypomina o potrzebie świadomego i odpowiedzialnego korzystania z nowoczesnych technologii.

Wiek XX to czas globalizacji, której towarzyszył rozwój technologii transportowych i komunikacyjnych. Ułatwiły one handel międzynarodowy, wymianę kulturalną i migracje ludności, prowadząc do coraz większej współzależności gospodarek.

Początek XXI w. to natomiast – ogólnie rzecz ujmując – era informacji i cyfryzacji. Okres ten można śmiało określić mianem rewolucji mobilnej. Wprowadzenie smartfonów, zapoczątkowane premierą iPhone’a w 2007 r., zasadniczo zmieniło sposób korzystania z internetu, komunikowania się oraz prowadzenia działalności biznesowej.

Z kolei rozwój technologii chmurowych, które umożliwiły zdalne przechowywanie danych i korzystanie z oprogramowania, przekształcił funkcjonowanie przedsiębiorstw oraz codzienne praktyki konsumentów.

Wiek XXI to także czas innowacji w naukach biologicznych. Prowadzone badania biotechnologiczne doprowadziły do przełomów w genomice, takich jak zakończenie sekwencjonowania ludzkiego genomu w 2003 r. Otworzyło to nowe możliwości w medycynie personalizowanej³⁸, diagnostyce oraz terapii

³⁸ Medycyna personalizowana to nowoczesna koncepcja leczenia polegająca na indywidualnym dopasowaniu terapii do konkretnego pacjenta na podstawie jego cech biologicznych, w szczególności informacji genetycznych uzyskanych dzięki badaniom genomowym.

genowej. Szczególne znaczenie miało odkrycie technologii edycji genów CRISPR-Cas9³⁹, które w latach 2010–2012 zrewolucjonizowało możliwości precyzyjnej manipulacji DNA. Narzędzie to stworzyło ogromny potencjał w leczeniu chorób genetycznych, a także w rozwoju nowoczesnych terapii i badań biomedycznych. Intensyfikacja prac i postępujące procesy globalizacyjne zaowocowały także rozwojem sztucznej inteligencji i robotyki. Precyzując, dynamiczny rozwój algorytmów sztucznej inteligencji, zwłaszcza w dziedzinie głębokiego uczenia (ang. *deep learning*), zrewolucjonizował funkcjonowanie wielu branż, takich jak finanse, komunikacja, medycyna czy transport (pojazdy autonomiczne). Równolegle robotyka zyskała na znaczeniu w sektorach przemysłowym i logistycznym, a także w medycynie, czego przykładem mogą być roboty chirurgiczne, które umożliwiają przeprowadzanie precyzyjnych, małoinwazyjnych zabiegów, zwiększając skuteczność leczenia oraz bezpieczeństwo pacjentów.

Równolegle z rozwijającymi się trendami technologicznymi pojawiły się również zielone technologie i działania mające na celu walkę ze zmianami klimatycznymi. W tym kontekście nie sposób pominąć innowacyjnych opracowań związanych z odnawialnymi źródłami energii. Coraz większą popularność zyskują technologie, które wykorzystują energię słoneczną, wiatrową, geotermalną i wodną, których celem jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałanie zmianom klimatycznym.

Kontynuując analizę historii innowacji, należy zwrócić uwagę na rozwój pojazdów elektrycznych. Postęp w dziedzinie baterii litowo-jonowych oraz dynamiczny rozwój elektromobilności, reprezentowany m.in. przez firmę Tesla, znacząco wpłynęły na przemiany zachodzące w przemyśle motoryzacyjnym i energetycznym.

Innowacje XXI w. zaowocowały także rozwojem technologii kosmicznych, co pozwala mówić o nowej erze eksploracji kosmosu. Dzięki działalności takich

³⁹ CRISPR to nowoczesny system wykorzystywany w biotechnologii do celowej i precyzyjnej modyfikacji genomu w ściśle określonych miejscach DNA. Technologia ta umożliwia edycję genów z dużą dokładnością i stanowi jedno z najważniejszych narzędzi współczesnej inżynierii genetycznej.

firm, jak SpaceX⁴⁰, Blue Origin⁴¹ czy Virgin Galactic⁴², proces komercjalizacji przestrzeni kosmicznej znacząco przyspieszył. Innowacyjne rozwiązania technologiczne umożliwiły obniżenie kosztów lotów kosmicznych oraz otworzyły nowe możliwości eksploracji dotąd niepoznanych obszarów kosmosu.

Reasumując, wiek XX i XXI to okres dynamicznych innowacji obejmujących niemal każdą dziedzinę życia. Od elektryfikacji i rozwoju transportu, przez rewolucję cyfrową, po sztuczną inteligencję i eksplorację kosmosu – każda z tych zmian wywarła istotny wpływ na rozwój społeczeństw i gospodarek. Współczesne innowacje koncentrują się na zrównoważonym rozwoju, cyfryzacji oraz poszukiwaniu nowych możliwości naukowych i technologicznych, wyznaczając kierunki dalszego postępu cywilizacyjnego.

Jest to zdecydowanie okres najbogatszy w innowacyjne odkrycia, a zagadnienia przedstawione w niniejszej publikacji stanowią jedynie zarys problematyki, która może stać się punktem wyjścia kolejnych analiz i opracowań.

Można stwierdzić, że rewolucja przemysłowa w sposób zasadniczy przekształciła światową gospodarkę, przyspieszając rozwój produkcji, transportu i komunikacji. Zmieniła również strukturę społeczną, prowadząc do wykształcenia się klasy robotniczej, powstania ośrodków przemysłowych oraz wzrostu

⁴⁰ Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) to amerykańskie przedsiębiorstwo z branży kosmicznej, założone w 2002 r. przez Elona Muska. Celem firmy jest budowa silników rakietowych i raket nośnych oraz statków kosmicznych, w tym również pojazdów załogowych.

⁴¹ Blue Origin to prywatne przedsiębiorstwo przemysłu kosmicznego, założone w 2000 r. przez Jeffa Bezosa, twórcę portalu Amazon.com. Jego celem jest projektowanie i budowa nowatorskich systemów załogowego transportu kosmicznego, zarówno suborbitalnego, jak i orbitalnego.

⁴² Virgin Galactic to część należącej do Richarda Bransona Virgin Group, która została założona w 2004 r. Firma specjalizuje się w organizowaniu kosmicznych lotów suborbitalnych, organizacji suborbitalnych misji naukowych oraz umieszczaniu na orbitach niewielkich satelitów. W dalszych planach Virgin Galactic znajduje się również oferowanie ogólnodostępnych lotów kosmicznych. Rewolucyjnym rozwiązaniem stosowanym przez Virgin Galactic jest unikatowa konstrukcja statków kosmicznych, które startują z pokładu specjalnie przystosowanych samolotów, a nie bezpośrednio z powierzchni ziemi. Takie rozwiązanie zapewnia statkom kosmicznym większą prędkość początkową oraz umożliwia osiągnięcie wyższego pułapu lotu w porównaniu z tradycyjnymi startami rakietowymi.

znaczenia kapitału. Dwa pierwsze etapy rewolucji przemysłowej okazały się kluczowe w historii rozwoju technologicznego i otworzyły drogę do kolejnych przełomowych innowacji w XX w.

Co więcej, okres rewolucji przemysłowej ukazał, jak przełomowe wynalazki mogą kształtować rzeczywistość społeczną i gospodarczą, inspirując kolejne fale innowacji w XX i XXI w. – od elektryfikacji po technologie cyfrowe. Jej dziedzictwo pozostaje widoczne we współczesnych rozwiązaniach, takich jak automatyzacja, inteligentne miasta czy zielone technologie, które kontynuują dążenie do zwiększenia efektywności, zrównoważonego rozwoju oraz poprawy jakości życia.

VII

Patent na postęp – ewolucja ochrony wynalazczości

Patenty, jako jedna z podstawowych form ochrony praw własności intelektualnej, odegrały kluczową rolę w historii innowacji, wspierając rozwój technologiczny i gospodarczy na przestrzeni wieków. Ich ewolucja odzwierciedla zmieniające się potrzeby ekonomiczne, prawne i społeczne, a także rosnący wpływ innowacji na życie ludzi.

Patent to prawo do wyłącznego korzystania z danego wynalazku przez określony czas, w sposób zarobkowy (przemysłowy lub handlowy), na określonym terytorium. Prawo to przyznawane jest przez kompetentny organ państwowy, regionalny bądź międzynarodowy. Ochrona patentowa obejmuje wszelkie formy korzystania z wynalazku, w tym jego stosowanie, czerpanie z niego korzyści oraz rozporządzanie nim¹.

Można stwierdzić, że tworzenie wynalazków towarzyszy ludzkości od najdawniejszych czasów. Rozwój prawa patentowego na świecie przebiegał jednak stopniowo i często napotykał liczne trudności. Pierwsze wynalazki nie miały związku z formalnymi instytucjami ochrony prawnej. Przełomowe osiągnięcia techniczne, takie jak wynalezienie koła, łuku i strzały czy włócznie, pojawiły się

¹ Czym jest patent na wynalazek i prawo ochronne na wzór użytkowy, <http://uprp.gov.pl/przedmioty-ochrony/wynalazki-i-wzory-uzytkowe/wynalazki-i-wzory-uzytkowe-informacje-podstawowe/czym-jest-patent-na-wynalazek-i-prawo-ochronne-na-wzor-uzytkowy> [dostęp: 21.01.2025].

już w okresie prehistorii, na długo przed powstaniem urzędów patentowych oraz systemowych form ochrony własności intelektualnej².

Trudno jednoznacznie wskazać, w którym kraju po raz pierwszy nadano przywilej o charakterze patentowym. Można przypuszczać, że tego rodzaju ochrona pojawiała się i rozwijała niezależnie w różnych częściach świata, jako odpowiedź na potrzebę zabezpieczenia twórczości i innowacji.

Początki ochrony praw intelektualnych bywają wiązane już ze starożytną Grecją. W źródłach pojawia się wzmianka o mieście Sybaris (VI w. p.n.e.), gdzie twórcom przyznawano roczne prawo wyłączne do korzystania z opracowanego przez nich przepisu kulinarnego. Choć informacje te mają charakter legendarny, wskazują na wczesne próby docenienia innowacyjności.

Z kolei w czasach starożytnego Rzymu znana jest opowieść o wynalazcy, który zademonstrował cesarzowi Tyberiuszowi naczynie wykonane z nietłukącego się szkła. Po upewnieniu się, że technologia ta nie jest znana nikomu innemu, cesarz – według przekazów – polecił zgładzić twórcę. Obawiał się bowiem, że upowszechnienie tak niezwykłego materiału mogłoby doprowadzić do spadku wartości złota³. Historia ta ukazuje ambiwalentny stosunek dawnych władców do innowacji oraz całkowity brak systemowej ochrony twórców.

Lepiej udokumentowana historia ochrony praw o charakterze patentowym rozpoczyna się w średniowieczu. Zasady prowadzenia działalności gospodarczej w ówczesnej Europie opierały się m.in. na nadawaniu przywilejów, które przyznawały określonym osobom wyłączność w zakresie produkcji czy handlu danymi towarami⁴. Choć przywileje te nie miały jeszcze charakteru nowoczesnych patentów, stanowiły ważny krok w kierunku systemowej ochrony innowacji.

W średniowieczu stopniowo rozwinięta się praktyka udzielania przywilejów o charakterze patentowym. W literaturze przedmiotu pojawiają się wzmianki

² Lech M., *Prawo patentowe – jak prawo starało się nadążyć za postępem?*, <https://wzoryprzemyslowe-blog.pl/prawo-patentowe> [dostęp: 22.01.2025].

³ Zaprzalska A., *Historia systemu ochrony patentowej na świecie*, <https://aomb.pl/blog/historia-systemu-ochrony-patentowej-na-swiecie> [dostęp: 22.01.2025].

⁴ *Prawo patentowe...*

o najstarszych tego typu uprawnieniach pochodzących z 1234 r., jednak brak jest precyzyjnych informacji dotyczących ich zakresu i przedmiotu ochrony.

Lepsze udokumentowanie dotyczy przywileju nadanego w 1315 r., kiedy to czeski król Jan Luksemburski przyznał wynalazcy pompy odwadniającej monopol na jej stosowanie w kopalniach. Beneficjent tego przywileju miał otrzymywać zyski wypłacane przez użytkownika kopalni, co stanowiło formę zabezpieczenia interesów twórcy wynalazku. Podobne przywileje przyznawano również na przełomie XIV i XV w. na Śląsku, w Miśni, w Saksonii, na Węgrzech oraz w Wenecji. Miały one jednak charakter lokalny i nie tworzyły jeszcze jednolitego systemu prawa patentowego.

Za pierwszy powszechnie uznawany przywilej patentowy uznaje się dokument wydany w 1421 r. przez miasto Florencja architektowi Filippo Brunelleschi, którego działalność odegrała kluczową rolę w odejściu od średniowiecznych form budowlanych na rzecz harmonii, proporcji i inspiracji sztuką antyczną⁵. Przyznano mu wówczas czasową wyłączność na korzystanie z zaprojektowanej przez niego łodzi służącej do transportu ciężkich bloków kamiennych⁶.

Już w XVI w. toczyły się postępowania sądowe dotyczące naruszenia praw o charakterze patentowym. Jednym z nich był proces wszczęty przez jubilera Claudia von Creutza⁷ w sprawie prawa do określonej metody polerowania kamieni jubilerskich. W wyniku podjętych działań prawnych naruszciciel został skazany na karę pozbawienia wolności i zobowiązany do wypłaty odszkodowania na rzecz powoda. Warto nadmienić, że pierwsze uregulowania prawne dotyczące ochrony patentowej zostały wprowadzone stosunkowo wcześnie m.in. w Anglii, Francji i Wenecji, a także w Polsce⁸.

⁵ Filippo Bruelleschi był florenckim rzeźbiarzem, architektem i inżynierem, tworzącym w XV w. – okresie narodzin i rozwoju renesansu we włoskiej kulturze. Uznawany jest za jednego z głównych pionierów renesansowej architektury.

⁶ *Raport roczny 2007. Annual report*, 90. Jubileusz Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2007, s. 10.

⁷ Informacje o tej postaci są ograniczone i pojawiają się głównie w literaturze historyczno-prawnej jako przykład wczesnego egzekwowania ochrony wynalazcy.

⁸ Zaprzalska A., *Historia systemu ochrony patentowej...*

Rozwój średniowiecznych patentów był w znacznym stopniu związany z kwestiami fiskalnymi. Osoba uzyskująca przywilej patentowy zobowiązana była do uiszczenia wysokiej opłaty na rzecz władzy, co stanowiło istotne źródło dochodu dla skarbu. Dzięki temu zabezpieczała się przed roszczeniami cechów⁹ i gildii¹⁰, które – chroniąc własne interesy – mogły żądać zaniechania stosowania danego wynalazku¹¹.

Pierwszy znany wenecki dokument patentowy pochodzi z 1409 r. Przełomowym momentem był jednak rok 1474, kiedy to w Wenecji wydano prawdopodobnie pierwszy na świecie akt prawny uznawany za ustawę patentową. Określał on zasady ochrony wynalazków, których podstawowe założenia pozostają aktualne do dziś. Od wynalazku wymagano bowiem lokalnej nowości oraz jego ujawnienia, a prawo wyłącznego korzystania przyznawano na określony czas, wynoszący 10 lat. Jednym z ważniejszych patentów wydanych w Wenecji był dokument z 1594 r. przyznający ochronę na urządzenie nawadniające autorstwa Galileusza. Przykład ten potwierdza, że system patentowy służył nie tylko ochronie interesów wynalazców, lecz także wspierał rozwój nauki i techniki w epoce nowożytnej^{12,13}.

⁹ Cechy były związkami rzemieślników – podstawowych wytwórców dóbr w epoce średniowiecza i wczesnej nowożytności, które stanowiły główny element ówczesnego życia gospodarczego. Ich głównym celem było zapewnienie odpowiedniego poziomu zawodowego oraz etycznego swoich członków, a także kontrola jakości wytwarzanych produktów i ochrona interesów rzemieślników.

¹⁰ Gildia to inaczej związek, konfraternia, określana także mianem spółbractwa. W średniowiecznej Europie stowarzyszenia te miały charakter obronny, religijny bądź towarzyski. Gildie powstawały w celu zabezpieczania interesów swoich członków, zwłaszcza dostępu do rynku, a także ustalania zasad dotyczących miar, wag, cen i przywilejów handlowych. W przypadku gildii kupieckich pełniły one funkcję organizacji regulujących działalność handlową i chroniących interesy kupców. Współcześnie ich rolę przejęły m.in. izby przemysłowo-handlowe oraz stowarzyszenia i zrzeszenia kupców.

¹¹ *Prawo patentowe...*

¹² Prawdopodobnie jednym z pierwszych wybitnych uczonych, którzy uzyskali ochronę o charakterze patentowym dla swojego wynalazku, był Galileusz. W 1594 r. otrzymał on od ówczesnej Republiki Weneckiej przywilej na opracowaną przez siebie metodę irygacji gruntów.

¹³ *Historia systemu...*

Jednym z pierwszych znanych przywilejów patentowych w Anglii był dokument wydany w 1449 r. na rzecz Johna z Utynam, uprawniający go do stosowania technologii wytwarzania kolorowego szkła przeznaczonego do witraży. Przywilej ten miał na celu wsparcie rozwoju rzemiosła oraz wprowadzenie nowoczesnych technik produkcyjnych.

Z czasem jednak system przyznawania monopolu był przez angielskich monarchów powszechnie nadużywany, co doprowadziło do uchwalenia w 1624 r. *Statute of Monopolies* (ustawy o monopolach)¹⁴. Zgodnie z jej postanowieniami wszystkie monopole uznano za sprzeczne z prawem, z wyjątkiem patentów na wynalazki. Ochrona patentowa była uzależniona od rzeczywistego stosowania wynalazku, jego ujawnienia oraz od tego, czy nie ograniczał on istniejącej już produkcji. Przez wiele lat obowiązywało również zastrzeżenie, że nowość wynalazku oceniano jedynie na terytorium Anglii. Pierwsze spory patentowe na podstawie przepisów ustawy o monopolach zaczęto wytaczać dopiero w XVIII w. Co więcej, również dopiero na początku tego stulecia wprowadzono wymóg dołączania do wniosków patentowych szczegółowych opisów technicznych¹⁵.

Prawo patentowe we Francji zaczęło się rozwijać w drugiej połowie XVIII w., kiedy Ludwik XVI wydał edykt regulujący zasady przyznawania przywilejów patentowych. Wcześniej warunki udzielania takich przywilejów wynalazcom mogły być dowolnie zmieniane przez sądy, co prowadziło do braku jednolitości i stabilności ochrony prawnej. Do znanych przykładów wcześniejszych przywilejów należą przyznane na rzecz Blaise'a Pascala¹⁶, m.in. na skonstruowaną przez niego maszynę liczącą. Zgodnie z postanowieniami wspomnianego edyktu wyłączność patentowa była przyznawana na okres 15 lat. Ponadto od wynalazcy wymagano wykazania użyteczności wynalazku oraz

¹⁴ Była to jedna z pierwszych nowoczesnych ustaw patentowych uchwalonych przez rząd angielski. Akt ten w sposób jednoznaczny porządkował kwestie monopolu i ochrony wynalazków, stanowiąc przykład klarownego i bezpośredniego uregulowania istniejących wcześniej nadużyć w tym zakresie.

¹⁵ *Historia systemu...*

¹⁶ Mowa o nim przy przypisie 7 na s. 57.

przedstawienia możliwości jego praktycznego wykorzystania. We Francji prawo nadawania przywilejów zniesiono w 1789 r., wraz z wybuchem rewolucji francuskiej. Niedługo później, w 1791 r., uchwalono ustawę patentową. Charakterystyczną cechą francuskiego systemu patentowego było przyjęcie systemu rejestracyjnego, w ramach którego nie badano nowości wynalazku. Ochrona patentowa mogła być zatem przyznawana również osobom, które wprowadziły na rynek rozwiązania znane już w innych krajach. Wraz z dalszym postępowaniem technologicznym i wybuchem rewolucji przemysłowej przełomu XVIII i XIX w. proces ten nabrał tempa. Powstające wówczas przemowe wynalazki przyczyniły się do gwałtownego rozwoju produkcji i zwiększenia masy towarowej na rynku. W konsekwencji pojawiła się pilna potrzeba systemowego zabezpieczenia interesów twórców, co zapoczątkowało okres intensywnego wprowadzania krajowych ustaw patentowych. Jedne z pierwszych nowoczesnych aktów prawnych w tej dziedzinie powstały w Stanach Zjednoczonych w 1790 r. oraz we Francji w 1791 r. Kolejne regulacje wprowadzono w Królestwie Polskim w 1817 r., w Wielkiej Brytanii w 1852 r., natomiast w Niemczech jednolita ustawa patentowa została uchwalona w 1877 r. Równocześnie zaczęto powoływać pierwsze wyspecjalizowane urzędy patentowe, które stały się podstawą nowoczesnych systemów ochrony własności intelektualnej¹⁷.

Niestety, prawo patentowe w poszczególnych krajach znacznie się od siebie różniło. W niektórych państwach dość liberalnie podchodzono do ochrony wynalazków, nie badając ich nowości, podczas gdy w innych procedury były bardzo szczegółowe i restrykcyjne. Różnice dotyczyły również zasad przyznawania patentów, terminów, wysokości opłat oraz czasu trwania ochrony patentowej.

Stanowiło to poważny problem, zwłaszcza dla cudzoziemców działających na rynkach międzynarodowych. Wielu z nich odczuwało, że obowiązujące regulacje patentowe nie zapewniają wystarczającej ochrony ich interesów, co utrudniało swobodny rozwój innowacji i transfer technologii między państwami.

¹⁷ *Historia systemu...*

Historia rewolucji przemysłowych pokazuje, w jaki sposób oraz w jakim stopniu patenty oraz systemy patentowe wpływały na tempo i kierunki innowacji. Pozwala to również dostrzec, że innowatorzy i wynalazcy nie zawsze polegali wyłącznie na ochronie patentowej, lecz sięgali także po inne sposoby zabezpieczenia swoich pomysłów, takie jak zachowanie tajemnicy technologicznej czy prezentowanie swoich wynalazków na międzynarodowych wystawach¹⁸.

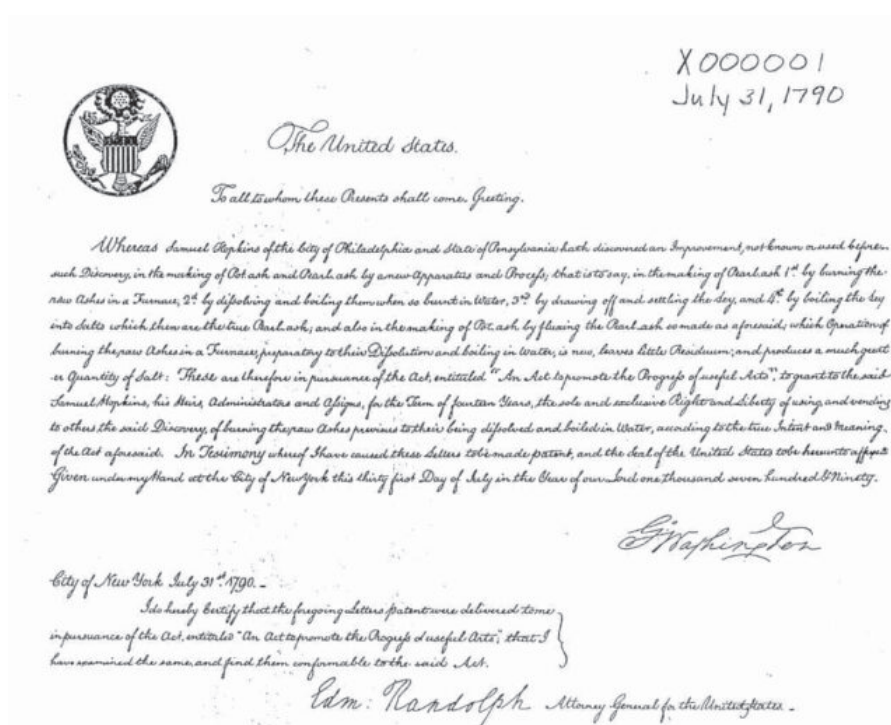
Można stwierdzić, że wszelkie działania prawne podejmowane w zakresie tworzenia ustaw i ochrony patentowej zmierzały do promowania ciągłego rozwoju nauki i sztuki, a także do zapewnienia autorom i wynalazcom wyłącznych praw do ich odkryć i dzieł. Istotnym celem prawa patentowego było zachęcanie do rozwoju wyobraźni twórczej oraz działalności naukowo-badawczej, a także jej odpowiednie nagradzanie. Dostrzegano bowiem wyraźny związek pomiędzy innowacyjnością a rozwojem gospodarczym, wzrostem konkurencji oraz poprawą sytuacji społeczno-ekonomicznej¹⁹.

Ponieważ współcześnie za główną kolebkę innowacji uznaje się rynek amerykański, dalsza część opracowania została poświęcona historii systemu patentowego w USA. Na wstępie zaprezentowano ilustrację przedstawiającą pierwszy amerykański patent z 1790 r. (rysunek 9).

Rozwój systemu patentowego w Stanach Zjednoczonych miał bez wątpienia istotne przełożenie na kształtowanie się analogicznych rozwiązań prawnych w innych krajach. Doceniając znaczący wpływ USA na rozwój innowacyjności oraz prawa patentowego w skali globalnej, warto przywołać wypowiedź dyrektora United States Patent and Trademark Office (USPTO) Andrei Iancu, wygłoszoną 19 czerwca 2018 r. podczas ceremonii w Białym Domu, związaną z wydaniem patentu nr 10 000 000. W swoim wystąpieniu podkreślił on, że „niektóre z największych skoków rozwojowych, jakich dokonała ludzkość,

¹⁸ Billington S., Hanna A., Lane J., *What can we learn about patents and innovation from the past?*, [w:] *Lessons from history*, 2024, <https://www.economicsobservatory.com/what-can-we-learn-about-patents-and-innovation-from-the-past> [dostęp: 22.01.2025].

¹⁹ Bromberg H., *Patent Law, U.S., History of Patent Law, U.S.*, s. 1219, https://repository.law.umich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1495&context=book_chapters [dostęp: 20.02.2025].

Rysunek 9. Pierwszy amerykański patent z 1790 r.

Źródło: Lech M., Prawo patentowe...

były napędzane przez największych wynalazców, którymi byli Amerykanie. To oni zmienili bieg historii swoją błyskotliwością i zawziętą wytrwałością²⁰.

W związku z powyższym zasadne jest zwrócenie uwagi na kluczowe kamienie milowe w historii patentów w gospodarce amerykańskiej, które zostały zestawione w tabeli 3.

Można stwierdzić, że amerykański system patentowy jest jednym z najbardziej rozwiniętych na świecie, choć równocześnie budzi kontrowersje związane

²⁰ Rocznica pierwszego patentu wydanego w Stanach Zjednoczonych, <https://www.govinfo.gov/features/anniversary-first-patent> [dostęp: 20.02.2025].

Tabela 3. Historia najważniejszych kamieni milowych w historii amerykańskiego systemu patentowego

Rok	Patent
1778	Ratyfikacja Konstytucji Stanów Zjednoczonych, w której zawarto klauzulę własności intelektualnej. Był to Artykuł I, sekcja 8, klauzula 8, której nadano brzmienie: „Kongres będzie miał władzę (...) w popieraniu postępu nauki i sztuk użytecznych poprzez zapewnienie na ograniczony czas Autorom i Wynalazcom wyłącznego prawa do ich odpowiednich pism i odkryć”.
1790	Samuel Hopkins uzyskał pierwszy w historii, podpisany przez prezydenta George’a Washingtona, patent na proces wytwarzania potażu.
1802	Powołano United States Patent Office (USPTO). Dnia 1 czerwca William Thornton został mianowany pierwszym urzędnikiem państwowym odpowiedzialnym za system patentowy, który w początkowym okresie samodzielnie podejmował decyzje o przyznawaniu patentów. Warto dodać, że dopiero później nadano mu oficjalny tytuł superintendenta, a możliwość zatrudnienia pierwszego asystenta uzyskał dopiero w 1810 r.
1836	4 lipca 1836 r. podpisano ustawę patentową. Dokument ten wprowadził nowy system numeracji patentów. Co więcej, wymagał zbadania patentów przed ich udzieleniem i ustanowił w tym celu zespół zawodowych ekspertów patentowych. Dzień później Charles M. Keller został pierwszą osobą, która otrzymała oficjalny tytuł egzaminatora patentowego. Amerykański patent nr 1 przyznano 13 lipca tego samego roku senatorowi Johnowi Rugglesowi na wynalazek koła trakcyjnego do lokomotyw parowych. 9 957 patentów przyznanych przed wprowadzeniem systemu numeracji określa się obecnie mianem patentów X. Dnia 15 grudnia 1836 r. doszło do katastrofalnego pożaru United States Patent Office, w wyniku którego zniszczona została znaczna część dokumentacji patentowej oraz modeli wynalazków. Do dziś podejmowane są próby odtworzenia utraconych wówczas patentów X.
1842	W Waszyngtonie otwarto pierwszy specjalnie wybudowany Urząd Patentowy (United States Patent Office). Obiekt ten był zarazem pierwszą w historii Stanów Zjednoczonych publiczną kolekcją muzealną finansowaną przez rząd federalny oraz jedną z głównych atrakcji turystycznych. Odwiedzający z całego świata mogli tam podziwiać rzędy modeli patentowych reprezentujących najnowsze osiągnięcia technologiczne epoki. Przyznano również pierwszy amerykański patent projektowy, czyli patent na wzór. Otrzymał go drukarz i przemysłowiec George Bruce za nowy krój pisma, czyli czcionkę. Dla ścisłości należy dodać, że patenty projektowe chronią wygląd przedmiotu, a nie jego funkcjonowanie czy zasadę działania.
1872	United States Patent Office rozpoczął regularną publikację udzielonych patentów w Dzienniku Urzędowym, ukazującym się w każdy wtorek po ich wydaniu.
1887	Stany Zjednoczone przystąpiły do Konwencji Paryskiej, międzynarodowego traktatu, który wzmacnia i harmonizuje ochronę posiadaczy patentów na całym świecie.

Rok	Patent
1911	8 sierpnia Francis H. Holton otrzymał patent użytkowy o numerze 1 000 000 na oponę do pojazdów bezdętkowych.
1930	Kongres uchwala Ustawę o Patentach Roślin, wprowadzając tym samym odrębny rodzaj patentu przeznaczony do ochrony nowych odmian wybranych roślin. Patenty na rośliny stopniowo zyskiwały na popularności wśród ogrodników przez cały XX w. Obecnie United States Patent and Trademark Office wydaje ponad 1000 patentów na rośliny rocznie.
1931	Henry Rosenberg otrzymał pierwszy amerykański patent na roślinę (nr 1) dla róży pnącej o właściwościach wiecznego kwitnienia, którą nazwał New Dawn – „Nowym Światem”.
1952	Ustawa patentowa z 1952 r. wyjaśniła i uprościła obowiązujące w Stanach Zjednoczonych prawo patentowe, eliminując liczne niejasności oraz wcześniejsze wyjątki i zwolnienia. Prawa i regulacje patentowe są obecnie znane jako Tytuł 35 Kodeksu Stanów Zjednoczonych.
1975	Na mocy aktu Kongresu, który wszedł w życie 2 stycznia 1975 r., Urząd Patentowy został przemianowany na United States Patent and Trademark Office (USPTO – Urząd Patentów i Znaków Towarowych).
1991	19 marca zespół wynalazców z University of Florida otrzymał patent użytkowy nr 5 000 000 na innowacyjny sposób produkcji etanolu paliwowego.
2005	USPTO przeniosło swoją siedzibę do obecnego kompleksu budynków w Alexandrii, w stanie Wirginia. Poszczególne budynki kampusu USPTO zostały nazwane na cześć pionierów i wybitnych twórców amerykańskiego systemu własności intelektualnej.
2011	16 września podpisano Ustawę America Invents Act. Wśród kluczowych rozwiązań ustawy znalazło się wdrożenie standardu „pierwszy wynalazca, który złoży wniosek”, zrównując amerykański system patentowy z innymi urzędami ds. własności intelektualnej na świecie.
2018	19 czerwca wynalazca Joseph Marron i cesjonariusz patentu Raytheon Company otrzymali patent użytkowy nr 10 000 000 na Coherent LADAR Using Intra-Pixel Quadrature Detection, który znacząco usprawnia technologie detekcji laserowej oraz zwiększa zasięg systemów LADAR.
2021	11 maja 2021 r. amerykański patent użytkowy nr 11 000 000 został przyznany firmie 4C Medical Technologies, Inc., a jako współwynalazcy wskazani zostali Saravana B. Kumar oraz Jason S. Diedering. Wynalazek dotyczy nowej metody dostarczania i pozycjonowania rozszerzalnej ramy stentu w komorze serca pacjenta.
2023	26 września Agustina Huckaby z Fort Worth w Teksasie otrzymała patent na wzór o numerze 1 000 000 na ozdobny projekt grzebienia dozującego.
2024	W dniu 4 czerwca przyznano patent użytkowy nr 12 000 000 zespołowi wynalazców z Pacific Biosciences of California, Inc. na wynalazek „Znakowane analogi nukleotydów, mieszaniny reakcyjne oraz metody i systemy sekwencjonowania” – odczynnik chemiczny wykorzystywany w procesie sekwencjonowania DNA.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Patent milestones*, <https://www.uspto.gov/patents/milestones> [dostęp: 20.02.2025].

z nadużywaniem tzw. trolli patentowych, wykorzystywanych do pozasądowych prób pozyskiwania korzyści finansowych bez rzeczywistego wdrażania lub wykorzystywania chronionych wynalazków. Podmioty te nabywają lub rejestrują prawa patentowe nie z zamiarem ich używania, lecz w celu wywierania presji na inne firmy i dochodzenia opłat licencyjnych lub odszkodowań²¹.

W ciągu swojej historii amerykański system patentowy ewoluował w odpowiedzi na potrzeby gospodarki, rozwój technologii oraz zmieniające się uwarunkowania społeczne, pozostając jednym z filarów wspierających innowacyjność i rozwój kraju.

Dynamiczny rozwój handlu międzynarodowego sprawił jednak, że coraz głośniej zaczęto domagać się ujednolicenia prawa patentowego. Okazją do podjęcia rozmów w tej sprawie stała się planowana na 1873 r. międzynarodowa wystawa przemysłowa w Wiedniu. Wydarzenie to wzbudzało jednak poważne kontrowersje, ponieważ Austria nie posiadała wówczas własnej ustawy patentowej. Obawiano się, że ujawnione podczas wystawy wynalazki i rozwiązania techniczne mogą zostać szybko skopiowane przez konkurencję bez zapewnienia twórcom jakiegokolwiek ochrony prawnej²².

Jak widać, prawo patentowe w poszczególnych krajach znacznie się od siebie różniło. Dopiero dynamiczny rozwój handlu międzynarodowego doprowadził do coraz wyraźniejszych postulatów jego ujednolicenia. Okazją do podjęcia rozmów w tej sprawie stała się międzynarodowa wystawa przemysłowa w Wiedniu. Rozmowy tam zapoczątkowane skutkowały podpisaniem Konwencji paryskiej w 1883 r., w której ustanowiono podstawowe zasady funkcjonowania systemu ochrony własności przemysłowej w państwach ją ratyfikujących (do pierwszych sygnatariuszy konwencji należały Belgia, Francja, Hiszpania, Holandia, Portugalia, Wielka Brytania, Włochy, Szwajcaria i Turcja)²³.

Tabela 4. Kluczowe etapy rozwoju systemów patentowych

²¹ *Trolle patentowe zastrzegają cudze nazwy firm. Jak mogą się bronić?*, <https://wzoryprzemyslowe-blog.pl/trolle-patentowe-kradna-marki> [dostęp: 20.02.2025].

²² *Prawo patentowe...*

²³ Zaprzalska A., *Historia systemu ochrony patentowej...*

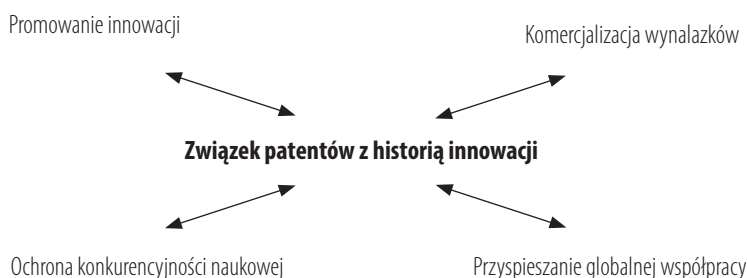
1. Antyk i średniowiecze: początki ochrony wynalazków
- Najwcześniejsze wzmianki o ochronie innowacji pochodzą ze starożytnej Grecji, gdzie w 500 r. p.n.e. w Sybaris (dzisiejsze Włochy) wynalazcy mogli cieszyć się wyłącznością na swoje innowacje kulinarne przez rok. - W średniowieczu w Europie nie istniał jeszcze formalny system patentowy, jednak władcy okazjonalnie nadawali przywileje twórcom i rzemieślnikom, zachęcając ich do wprowadzania nowych technologii, zwłaszcza w miastach handlowych.
2. Renesans i narodziny nowoczesnych patentów
- Pierwsze prawdziwe patenty pojawiły się w Wenecji w 1474 r., gdzie uchwalono prawo nadające wyłączne prawa wynalazcom na 10 lat. System wenecki stał się modelem dla innych krajów europejskich. - W Anglii pierwsze udokumentowane patenty były wydawane przez monarchów w formie przywilejów. W 1624 r. uchwalono Statute of Monopolies, które ustanowiło zasady nowoczesnego systemu patentowego.
3. XVIII i XIX w.: era rewolucji przemysłowej
- Rozwój przemysłu w XVII w. napędzał innowacje techniczne, takie jak maszyna parowa Jamesa Watta, której patent (1769 r.) miał kluczowe znaczenie dla rewolucji przemysłowej. - W USA w 1790 r. uchwalono pierwszą ustawę patentową (Patent Act), która stworzyła stabilne ramy prawne dla ochrony wynalazków i przyczyniła się do szybkiego rozwoju gospodarczego i technologicznego w XIX w.
4. XX w.: globalizacja i międzynarodowe systemy ochrony patentowej
- W 1883 r. podpisano Konwencję paryską o ochronie własności przemysłowej, która stworzyła podstawy współpracy międzynarodowej w zakresie ochrony wynalazków. - Wiek XX przyniósł dynamiczny rozwój technologiczny, obejmujący m.in. elektryfikację, rozwój komputerów oraz przemysłu farmaceutycznego, co wpłynęło na wzrost liczby zgłaszanych patentów oraz na ich znaczenie w gospodarce światowej. - W 1970 r. utworzono Układ o Współpracy Patentowej (PCT)*, który znacząco ułatwił procedurę uzyskiwania ochrony patentowej w wielu krajach jednocześnie.
5. XXI w.: patenty w erze cyfrowej i biotechnologicznej
- Obecnie ochrona patentowa obejmuje zarówno tradycyjne wynalazki techniczne, jak i innowacje cyfrowe, w tym rozwiązania informatyczne, algorytmy oraz technologie biotechnologiczne i genetyczne. - Dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji oraz narastające spory dotyczące własności intelektualnej (m.in. w obszarze technologii CRISPR czy oprogramowania) wyznaczają nowe kierunki i wyzwania dla współczesnego prawa patentowego.

* Układ o Współpracy Patentowej (PCT) – międzynarodowa konwencja podpisana 19 czerwca 1970 r. w Waszyngtonie przez 18 państw założycielskich. Głównym celem układu było umożliwienie uzyskiwania patentów w państwach – stronach układu, w ramach uproszczonej procedury, opartej na jednym zgłoszeniu patentowym, tzw. zgłoszeniu międzynarodowym.

Źródło: opracowanie własne na podstawie źródeł internetowych.

Powyższa tabela przedstawia kluczowe etapy rozwoju systemów patentowych. Reasumując, na przestrzeni dziejów pewne jednostki i środowiska wykazywały większą skłonność do innowacji niż inne. Twórcy, którzy wkładali znaczny wysiłek w opracowanie nowych rozwiązań, z czasem zaczęli domagać się ochrony ze strony państwa. Dopiero zapewnienie takiej ochrony skłaniało ich do ujawniania istoty wynalazków oraz do dzielenia się nimi z innymi. Choć może to wydawać się oczywiste, mechanizm ten w rzeczywistości stanowi jeden z kluczowych czynników napędzających trwały postęp techniczny i rozwój gospodarczy.

Rysunek 10. Związek patentów z historią innowacji



Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć, powiązania między systemem patentowym a zdolnością innowacyjną są wielowymiarowe. Po pierwsze, patenty zapewniają wynalazcom wyłączność na korzystanie z opracowanych rozwiązań, co w praktyce zachęca do ponoszenia kosztownych inwestycji w badania i rozwój. Klasycznym przykładem jest opatentowanie maszyny parowej przez Jamesa Watta, co przyczyniło się do rozwoju przemysłu ciężkiego w XVIII w.²⁴ W tym kontekście wspieranie innowacyjności poprzez ochronę patentową okazuje się mechanizmem o kluczowym dla postępu technicznego znaczeniu.

²⁴ James Watt otrzymał patent na maszynę parową 5 stycznia 1769 r.

Ponadto system patentowy sprzyja komercjalizacji wynalazków, wspierając ich przemysłowe zastosowanie i upowszechnienie. Opatentowanie przez Thomasa Edisona żarówki uruchomiło masową produkcję i rozwój elektryczności²⁵.

Firmy, dbając o swoją pozycję rynkową oraz konkurencyjność, korzystają z ochrony patentowej, aby zabezpieczyć swoje innowacje przed konkurencją, co jest szczególnie widoczne w dynamicznie rozwijających się branżach, takich jak farmacja czy elektronika użytkowa (czego przykładem mogą być wieloletnie spory między Apple a Samsungiem²⁶).

Międzynarodowe systemy ochrony, takie jak Układ o Współpracy Patentowej (PCT²⁷), wspierają wymianę technologii między państwami, ułatwiając rozwój globalnej gospodarki opartej na innowacjach. Sprzyja to jednocześnie intensyfikacji międzynarodowej współpracy naukowej i technologicznej. Można zatem stwierdzić, że rozwój prawa patentowego pozostaje w ścisłym związku z postępowaniem technologicznym, stanowiąc jego swoiste, niemal lustrzane odbicie²⁸.

Rozwój systemu patentowego ma fundamentalne znaczenie dla współczesnego świata, ponieważ umożliwia skuteczną ochronę innowacji i wynalazków, co bezpośrednio wpływa na postęp technologiczny i społeczno-gospodarczy. Patenty przyznają twórcom, wynalazcom i przedsiębiorcom czasowe prawo do wyłącznego korzystania z opracowanych rozwiązań, pełniąc funkcję swego rodzaju mechanizmu ochronnego przed kopiowaniem oraz nieuczciwą konkurencją, której skala i złożoność z roku na rok ulegają nasileniu. Co więcej, system

²⁵ Thomas Edison otrzymał patent o numerze 223 898 na konstrukcję „lampy żarowej” 27 stycznia 1880 r.

²⁶ Spór patentowy rozpoczął się w 2011 r., kiedy Apple Inc. pozwało Samsung Electronics, oskarżając południowokoreański koncern o naruszenie praw własności intelektualnej poprzez odwzorowanie designu oraz innych elementów projektowych smartfonów iPhone. Wieloletnia batalia sądowa zakończyła się po siedmiu latach – w jej wyniku Samsung został zobowiązany do zapłaty 539 mln dolarów odszkodowania.

²⁷ The Patent Cooperation Treaty (PCT) to międzynarodowy system umożliwiający ubieganie się o ochronę patentową wynalazku jednocześnie w wielu państwach poprzez dokonanie jednego tzw. międzynarodowego zgłoszenia patentowego zamiast składania kilku odrębnych zgłoszeń krajowych lub regionalnych. W 2022 r. system PCT obejmował ponad 156 państw.

²⁸ Lech M., *Prawo patentowe...*

patentowy stanowi istotny bodziec do inwestowania w działalność badawczo-rozwojową (B+R), ponieważ wynalazcy i przedsiębiorstwa mogą liczyć na zyski płynące z komercjalizacji swoich pomysłów, mając jednocześnie gwarancję ich ochrony prawnej przez określony czas. Ochrona patentowa pozwala firmom na rozwój nowych produktów i technologii, co sprzyja wzrostowi konkurencji rynkowej. Rywalizacja ta z kolei prowadzi do lepszego dostosowania oferty do potrzeb konsumentów, a często także do obniżenia cen. W dłuższej perspektywie innowacje powstające dzięki systemowi patentowemu mogą przyczynić się do tworzenia nowych rynków, miejsc pracy oraz całych gałęzi przemysłu, wywierając tym samym istotny wpływ na rozwój gospodarek na całym świecie.

Podsumowując, rozwój systemu patentowego ma kluczowe znaczenie dla wspierania innowacji, zwiększania konkurencyjności oraz stymulowania ogólnego rozwoju technologicznego i gospodarczego w skali globalnej.

VIII

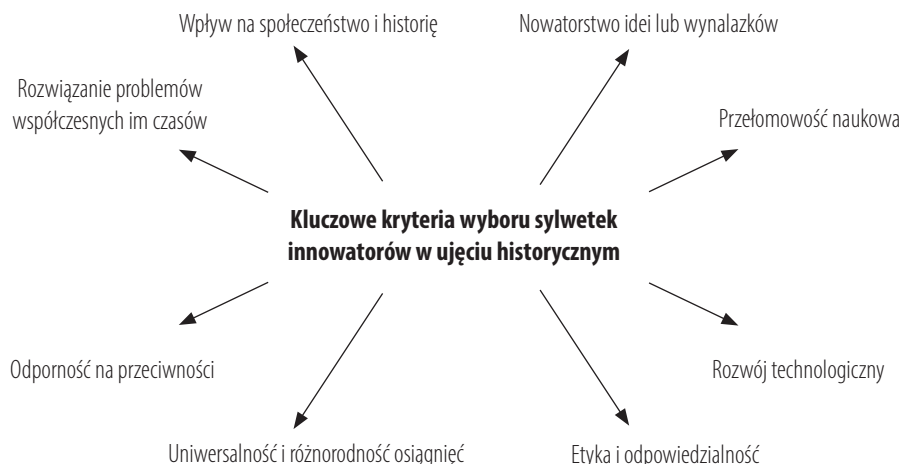
Ikony innowacyjności – sylwetki wybranych innowatorów na przestrzeni historii

Liderzy innowacji to osoby, które na przestrzeni dziejów dokonały przełomowych odkryć, stworzyły istotne wynalazki lub opracowały nowe technologie, mające trwały wpływ na rozwój cywilizacji. Poniżej podjęto próbę zestawienia kluczowych postaci, które w różnych okresach historycznych uznawano za liderów innowacyjności.

Dobór sylwetek wpisujących się w historię światowych innowacji może opierać się na rozmaitych kryteriach. Niezależnie jednak od przyjętej perspektywy, pozwalają one zidentyfikować postaci, które w sposób szczególny przyczyniły się do postępu cywilizacyjnego, naukowego, kulturowego oraz technologicznego.

W niniejszym opracowaniu dokonano subiektywnej selekcji wyżej wspomnianych postaci, co może stanowić punkt wyjścia do dalszej dyskusji. Taka perspektywa, w pozytywnym znaczeniu, sprzyja wymianie myśli i poglądów, umożliwia lepsze zrozumienie odmiennych stanowisk oraz może przyczynić się do rozwoju nowych idei i koncepcji. Kluczowe kryteria, które mogą pomóc w doborze omawianych postaci, zestawiono na rysunku 11.

Jeśli chodzi o wpływ na społeczeństwo i bieg historii, analizie mogą podlegać innowatorzy, których odkrycia, wynalazki bądź idee miały trwały wpływ na rozwój społeczeństw. Niewątpliwie należą do nich twórcy rozwiązań, których wynalazki zmieniły codzienne życie człowieka, takie jak maszyna parowa, telefon czy internet. Jako przykład można wskazać wspomnianego już wcześniej **Johanna Gutenberga**, wynalazcę druku, który zrewolucjonizował dostęp do wiedzy.

Rysunek 11. Kluczowe kryteria wyboru sylwetek innowatorów w ujęciu historycznym

Źródło: opracowanie własne.

Johannes Gutenberg, żyjący w latach ok. 1400–1468, umożliwił mniej zamożnym warstwom społeczeństwa szeroki dostęp do wiedzy, a twórcom dał możliwość rozpowszechniania swoich dzieł na niespotykaną dotąd skalę. Analizując metodę ksylografii oraz sposoby mechanicznego tłoczenia soku z winogron i oliwy, Gutenberg doszedł do wniosku, że możliwe jest ich połączenie w stosunkowo niedrogą i wydajną prasę drukarską. Pierwsze odbitki za pomocą swojego wynalazku – druku typograficznego z ruchomą czcionką – Gutenberg wykonał ok. 1450 r.¹

Według kryterium nowatorstwa idei i rozwiązań technicznych na szczególną uwagę zasługują osoby będące pionierami w swoich dziedzinach, proponujące rozwiązania wyraźnie wyprzedzające swoją epokę. Przykładem jest **Leonardo da Vinci** – artysta, inżynier i wizjoner, autor projektów maszyn latających

¹ *Jakie były wynalazki Gutenberga? Ten człowiek zrewolucjonizował dostęp do wiedzy*, <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalazki-gutenberga> [dostęp: 22.02.2025].

oraz licznych koncepcji technicznych, które znalazły praktyczne zastosowanie dopiero wiele stuleci później.

Leonardo da Vinci, żyjący w latach 1452–1519, jest uznawany za jednego z trzech wielkich twórców włoskiego renesansu. Odznaczał się niezwykle przenikliwością oraz pasją badawczą, a zakres jego zainteresowań obejmował niemal wszystkie obszary poznania przyrody. Zajmował się badaniem prądów wodnych, projektował urządzenia do mierzenia siły wiatru oraz analizował mechanikę lotu ptaków. Podejmował również próby rozwiązywania podstawowych zagadnień statyki, a jego studia anatomiczne człowieka i roślin służyły pogłębieniu realizmu w malarstwie. Interesowało go także pochodzenie mórz i rzek oraz przyczyny zasolenia wód morskich, co świadczy o jego szerokim interdyscyplinarnym podejściu do nauki.

Istotnym elementem jego myśli było przekonanie, że nauka powinna pozostawać w służbie techniki. Poznając prawa natury, poszukiwał sposobów ich praktycznego zastosowania. Mimo to wiele z jego koncepcji nie zostało zrealizowanych. Wynikało to zarówno z faktu, że często poprzestawał na sformułowaniu idei bez jej dalszego rozwijania, jak i z tego, że część jego projektów znacznie wyprzedzała możliwości techniczne epoki, w której żył.

Warto dodać, że da Vinci zaplanował kilka ważnych przedsięwzięć technicznych, które pozostały w fazie projektów wstępnych (np. odlewanie z brązu monumentalnych posągów, projekt przebudowy urbanistycznej Florencji, prace związane z ukończeniem katedry w Mediolanie czy osuszenie Błot Pontyjskich). Jeśli chodzi o praktyczne realizacje jego pomysłów, było ich stosunkowo niewiele. Istnieją jednak przesłanki, by sądzić, że miał on istotny udział w wynalezieniu zamka kołowego do broni palnej. Do rozwiązań technicznych Leonarda da Vinci, które znalazły zastosowanie już w jego epoce, zalicza się m.in. służę kanałową (o wrotach tworzących kąt rozwarty, skierowany przeciw prądowi wody, i wyposażonych w klapy przepustowe), gwinciarkę, łożysko przeciwcierne oraz wiatrak wieżyczkowy, który – zdaniem niektórych badaczy – zbudował sam 1502 r. w Cesenie².

² *Leonardo da Vinci*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Leonardo-da-Vinci;3931631.html> [dostęp: 22.02.2025].

W kontekście rozwiązywania problemów charakterystycznych dla danej epoki można wskazać osoby, które tworzyły innowacje odpowiadające na konkretne wyzwania swoich czasów, takie jak epidemie, konflikty zbrojne czy potrzeby technologiczne. Przykładem takiej postaci jest **Florence Nightingale**³, która zrewolucjonizowała opiekę zdrowotną poprzez wprowadzenie zasad higieny oraz nowoczesnej organizacji pracy w szpitalach, przyczyniając się do znaczącej poprawy warunków leczenia i zmniejszenia śmiertelności pacjentów. Dziś trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie szpitali bez pielęgniarek. W XIX w. sytuacja wyglądała jednak zupełnie inaczej. Opieką nad chorymi zajmowały się wówczas głównie zakonnice, których posługa miała przede wszystkim charakter duchowy i charytatywny, a nie profesjonalno-medyczny. Równocześnie do pracy pielęgniarstwie rekrutowano często kobiety z najniższych warstw społecznych, nierzadko obciążone problemami społecznymi, w tym alkoholizmem. Zdarzało się również, że osobom skazanym zamieniano karę pozbawienia wolności na pracę na oddziałach szpitalnych.

W konsekwencji ówczesne szpitale cechowały się bardzo niskim poziomem higieny i organizacji. Były często brudne, zaniedbane i pozbawione elementarnych standardów sanitarnych, przez co postrzegano je raczej jako miejsca oczekiwania na śmierć niż przestrzenie skutecznego leczenia. Florence postawiła się temu sprzeciwić. Choć jej rodzina uważała, że wykonywanie zawodu pielęgniarki jest zajęciem niegodnym kobiety z ich środowiska i zabraniała jej nawet publicznie o tym mówić, ujawniła ona swoje doskonałe zdolności organizacyjne i administracyjne. W pierwszej kolejności skoncentrowała się na poprawie opieki nad chorymi, a następnie na zwiększeniu efektywności funkcjonowania szpitali oraz polepszeniu warunków pracy zarówno pielęgniarek, jak i lekarzy. Między innymi z jej inicjatywy wprowadzono dzwonki przy łózkach pacjentów, umożliwiające szybkie wezwanie pomocy. Dzięki jej staraniom zaprojektowano i zainstalowano windy ręczne, które usprawiły dostarczanie posiłków na oddziały. Szczególnie istotnym osiągnięciem było doprowadzenie do szpitali instalacji wodno-kanalizacyjnej.

³ Florence Nightingale była angielską pielęgniarką, statystyczką i działaczką społeczną. Żyła w latach 1820–1910. Uznawana jest za twórczynię nowoczesnego pielęgniarstwa.

Równolegle Nightingale prowadziła systematyczne kształcenie pielęgniarek oraz dbała o ich wysoki poziom moralny i zawodowy. Dzięki jej działalności zawód pielęgniarki zyskał nowy status społeczny i zaczął być kojarzony z profesjonalizmem, odpowiedzialnością oraz nieskazitelną reputacją⁴.

Pod względem przełomowości naukowej na szczególną uwagę zasługują naukowcy i badacze, którzy otworzyli nowe obszary wiedzy i zasadniczo zmienili sposób rozumienia świata. Przykładem może być Isaac Newton⁵, twórca praw mechaniki klasycznej, które stały się fundamentem współczesnej fizyki oraz nauk ścisłych i wywarły trwałe wpływy na postrzeganie zjawisk przyrodniczych.

Isaac Newton (1643–1727) był angielskim fizykiem, matematykiem i astronomem, uznawanym za jednego z najwybitniejszych uczonych w dziejach nauki. Sformułował prawo powszechnego ciążenia, stworzył podstawy mechaniki klasycznej, rozpoznał złożoną strukturę światła białego oraz współtworzył rachunek nieskończonościowy (różniczkowy i całkowy). Początek jego odkryć przypadł na lata młodości, kiedy to opracował rachunek różniczkowy i całkowy (rachunek fluksji i fluent).

Równocześnie rozpoczął rozważania nad przyczyną ruchu ciał niebieskich oraz prowadził doświadczenia z zakresu optyki. Pierwsze znaczące sukcesy odniósł właśnie w tej dziedzinie, konstruując teleskop zwierciadlany (tzw. teleskop Newtona). Badania nad naturą światła i ruchem ciał niebieskich doprowadziły go do sformułowania idei powszechnego ciążenia. Pełne zrozumienie tej koncepcji Newton osiągnął w 1684 r., po czym przez następne półtora roku opracowywał swe największe dzieło *Matematyczne zasady filozofii naturalnej* (łac. *Philosophiae naturalis principia mathematica*), opublikowane w 1687 r. Rozwinął

⁴ *Piękniejsza strona nauki*, <http://piekniejszastronanauki.pl/florence-nightingale> [dostęp: 25.02.2025]; *Florence Nightingale*, https://youth.europa.eu/nnfe/florence-nightingale_pl [dostęp: 25.02.2025].

⁵ Isaac Newton był angielskim uczonym o niezwykle szerokim spektrum zainteresowań: alchemikiem, astronomem, biblistą, filozofem, fizykiem, historykiem, matematykiem, a także urzędnikiem państwowym. Jest powszechnie uznawany za jednego z najwybitniejszych naukowców w dziejach ludzkości, którego dorobek w sposób trwały ukształtował rozwój nowożytnej nauki.

w nim naukę o przestrzeni, czasie, masie i sile, wprowadzając pojęcia absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni. Sformułował trzy słynne prawa, zwane zasadami dynamiki Newtona, które wykorzystał do rozwiązania wielu zagadnień – m.in. związanych z ruchem ciał pod działaniem sił centralnych, ruchem linii węzłów orbity, przyciąganiem ciał sferycznych i niesferycznych, a także z zagadnieniem trzech ciał i ruchem ciał w ośrodkach stawiających opór. Warto dodać, że analizując ruch wahadła, wprowadził rozróżnienie między masą grawitacyjną a masą bezwładną oraz dokonał wielu innych istotnych ustaleń⁶.

Newton dokonał wielu przełomowych odkryć, które zmieniły sposób postrzegania świata. Jako autor wpisał się w dorobek naukowy w bardzo szerokim zakresie. Pierwszym i zarazem najważniejszym dziełem jest wspomniana już *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* z 1687 r. – fundamentalna praca zawierająca zasady dynamiki i prawo powszechnego ciążenia, która na wiele stuleci stała się podstawą naukowego opisu ruchu i oddziaływań w przyrodzie. Drugim istotnym dziełem była praca *New Theory about Light and Colours* z 1672 r., w której przedstawił opis badań nad dyspersją światła, dowodząc, że światło białe składa się z wielu barw. Ważnym opracowaniem była również *Opticks* z 1704 r., poświęcona badaniom nad naturą światła i optyki, a także *Arithmetica Universalis*, wydana trzy lata później, jako dzieło matematyczne dotyczące równań algebraicznych⁷.

W kontekście rozwoju technologii na szczególną uwagę zasługują wynalazcy, których rozwiązania zostały wdrożone na szeroką skalę. Jednym z najbardziej reprezentatywnych przykładów jest **Nikoła Tesla**, uznawany za wybitnego innowatora w dziedzinie elektryczności oraz technologii przesyłu energii elektrycznej.

Nikoła Tesla był inżynierem i wynalazcą serbskiego pochodzenia. Już w czasie studiów prowadził prace nad sposobami praktycznego wykorzystania prądu przemiennego. W 1883 r. zbudował swój pierwszy silnik indukcyjny. Zniechęcony brakiem zainteresowania swoim wynalazkiem w Europie, w 1884 r.

⁶ Isaac Newton, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/newton-isaac;3947022.html> [dostęp: 25.02.2024].

⁷ Isaac Newton, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/izaak-newton-1642-1727> [dostęp: 25.02.2025].

wyemigrował do Stanów Zjednoczonych, gdzie w 1891 r. uzyskał obywatelstwo amerykańskie.

Po przybyciu do Nowego Jorku rozpoczął pracę u Thomasa Edisona, jednak już w 1887 r. uniezależnił się i rozpoczął samodzielną działalność naukowo-badawczą. Zdobycie środków na rozwijanie własnych wynalazków przyczyniło się do nasilenia rywalizacji między wynalazcami. W 1888 r. Tesla sprzedał patenty obejmujące system prądnic, transformatorów i silników opartych na prądzie przemiennym. Rozwiązania te w krótkim czasie okazały się skuteczniejsze od promowanych przez firmę Edisona systemów zasilanych prądem stałym, co przesądziło o ich ostatecznym zwycięstwie w tzw. wojnie prądów.

Niebawem wygrały one z promowanymi przez firmę Edisona napędami zasilanymi prądem stałym. W kolejnych latach Nicola Tesla rozwijał liczne projekty badawcze i konstrukcyjne. W latach 1891–1893 popularyzował swoje idee i wynalazki podczas wykładów wygłaszanych w Ameryce i Europie.

Pracował m.in. nad łodzią sterowaną zdalnie, wykorzystującą fale elektromagnetyczne. Już w 1893 r. przewidywał nadejście bezprzewodowej komunikacji, opracowując koncepcje i urządzenia, które służyć bezprzewodowemu przesyłaniu energii oraz sygnałów. Postulował również budowę „bezprzewodowej fabryki”, zdolnej do przekazywania na odległość nie tylko wiadomości, ale i raportów dotyczących bieżących wydarzeń oraz prognoz pogody.

Prowadził badania nad przesyłem dźwięku i sygnałów radiowych, jednak w tej dziedzinie ubiegł go Guglielmo Marconi, który tuż przed nim opatentował radio. O niezwyklej kreatywności i skali działalności Tesli świadczy fakt, że w latach 1886–1928 przyznano mu w USA aż 112 patentów. Jego wkład w rozwój nauki i techniki został dodatkowo uhonorowany poprzez nadanie jego nazwiska jednostce indukcji magnetycznej – tesli, obowiązującej w międzynarodowym układzie jednostek SI⁸.

Analizując historię innowacji oraz sylwetki wybranych innowatorów, a także skupiając się na uniwersalności i różnorodności ich osiągnięć, warto wskazać

⁸ *Nikola Tesla*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/leksykon/nikola-tesla-1856-1943> [dostęp: 25.02.2025].

postacie działające jednocześnie w kilku dziedzinach. Taka interdyscyplinarność czyni ich dorobek szczególnie doniosłym. Przykładem może być **Maria Skłodowska-Curie**⁹, której pionierskie badania nad promieniotwórczością przyniosły dwie Nagrody Nobla – w dwóch różnych dziedzinach nauki.

Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) była wybitną fizyczką i chemiczką, jedną z najważniejszych postaci w historii nauki przełomu XIX i XX w. Największą sławę przyniosło jej odkrycie dwóch pierwiastków chemicznych – polonu i radu – oraz przełomowe badania nad zjawiskiem promieniotwórczości.

Jej działalność naukowa nie tylko wniosła znaczący wkład w rozwój fizyki i chemii, lecz także odegrała istotną rolę społeczną. Maria Skłodowska-Curie stała się symbolem przełamywania barier obyczajowych i akademickich, przyczyniając się do umacniania pozycji kobiet w świecie nauki oraz w życiu publicznym¹⁰.

Kolejnym istotnym kryterium jest odporność na narastające przeciwności. W tym ujęciu na uwagę zasługują innowatorzy, którzy pomimo licznych trudności – takich jak brak środków finansowych, marginalizacja czy sprzeciw społeczny – z determinacją realizowali swoje idee. Trafnym przykładem takiej postawy jest **George Washington Carver**¹¹, afroamerykański uczony, który opracował innowacyjne metody oraz wszechstronne zastosowania roślin w rolnictwie.

Na wstępie warto zaznaczyć, że George Washington Carver (ok. 1864–1943) urodził się w niewoli w stanie Missouri, w czasie wojny secesyjnej. Jako niewolę został osierocony, a po zniesieniu niewolnictwa dorastał już jako wolne

⁹ Maria Skłodowska-Curie była polsko-francuską uczoną, zajmującą się fizyką doświadczalną oraz chemią fizyczną. Za swoje wybitne osiągnięcia naukowe została uhonorowana dwiema Nagrodami Nobla – z fizyki oraz z chemii – stając się jedną z nielicznych osób w historii, które otrzymały to wyróżnienie w dwóch różnych dziedzinach nauki.

¹⁰ *Pionierki. Maria Skłodowska-Curie*, <https://www.europeana.eu/pl/exhibitions/pioneers/maria-sklodowska-curie> [dostęp: 25.02.2025].

¹¹ George Washington Carver był amerykańskim botanikiem, agronomem i wynalazcą. Kierując się dążeniem do poprawy sytuacji ekonomicznej mieszkańców południowych stanów Stanów Zjednoczonych, opracował liczne nowatorskie metody wykorzystania roślin uprawnych, takich jak orzechy ziemne, orzechy pekan, soja oraz bataty (słodkie ziemniaki). Jego prace przyczyniły się do dywersyfikacji upraw, poprawy żyzności gleb oraz rozwoju lokalnego rolnictwa i przemysłu przetwórczego.

dziecko na farmie byłego właściciela swojej matki, Mosesa Carvera. To właśnie Carverowie wychowali George'a i nadali mu swoje nazwisko.

Od najmłodszych lat wykazywał silne zainteresowanie przyrodą, zwłaszcza roślinami. Zaczynał od wyszukiwania i zbierania dzikich okazów roślinnych na terenie farmy, co szybko przerodziło się w pogłębioną pasję badawczą. W trakcie nauki i późniejszych studiów ujawnił szczególny talent do rozpoznawania oraz leczenia chorób roślin.

Głównym celem działalności Carvera było wykorzystanie chemii oraz metod naukowych do poprawy warunków życia zubożałych rolników w południowo-wschodniej Alabamie. Jego praca łączyła wiedzę teoretyczną z praktycznymi rozwiązaniami, odpowiadającymi na realne problemy gospodarcze i społeczne regionu. W tym celu przeprowadził szczegółowe badania gleby, aby określić, jakie rośliny najlepiej nadają się do uprawy w regionie. Na tej podstawie stwierdził, że lokalne warunki sprzyjają szczególnie uprawie orzeszków ziemnych i słodkich ziemniaków. Równocześnie starał się edukować rolników, propagując stosowanie nawożenia naturalnego oraz płodozmianu jako skutecznych i ekonomicznych metod zwiększania żyzności gleby.

Dominującą uprawą na południu Stanów Zjednoczonych była bawełna, której długotrwała monokultura poważnie zubożyła składniki odżywcze gleby. Wprowadzenie systemu płodozmianowego – polegającego na naprzemiennej uprawie bawełny z roślinami wzbogacającymi glebę, takimi jak rośliny strączkowe czy słodkie ziemniaki, pozwalało rolnikom nie tylko poprawić stan gleby, lecz także w dłuższej perspektywie zwiększyć plony bawełny. Co ważne, płodozmian okazał się rozwiązaniem znacznie tańszym niż stosowanie nawozów komercyjnych.

Wkrótce pojawiło się jednak praktyczne pytanie: jak zagospodarować rosnącą nadwyżkę słodkich ziemniaków i orzeszków ziemnych? W tamtym czasie niewiele osób je jadło i nie było wiele innych zastosowań dla tych upraw. Carver przystąpił więc do pracy, dążąc do wynalezienia nowych produktów spożywczych, przemysłowych i komercyjnych. W efekcie jego działań udało się uzyskać takie produkty, jak mąka, cukier, ocet, produkty kosmetyczne, farby czy tusz. Co ważne, z samych orzeszków ziemnych opracował setki nowych produktów, tworząc w ten sposób rynek dla tej niedrogiej,

wzbogacającej glebę rośliny strączkowej. Warto odnotować, że w 1896 r. orzeszki ziemne nie stanowiły jeszcze uznanej uprawy w USA, natomiast do 1940 r. stały się jedną z sześciu wiodących upraw w kraju oraz drugą – po bawelnie – pod względem dochodowości na południu. Zarówno orzeszki ziemne, jak i słodkie ziemniaki stopniowo włączano do kuchni południowej, a dziś – szczególnie orzeszki ziemne – są wszechobecne w diecie Amerykanów.

Carver opracował również szkoły objazdowe i inne programy pomocowe, których celem była edukacja rolników. Publikował popularne biuletyny, rozdawane rolnikom za darmo, w których informował o swoich badaniach w rolniczej stacji doświadczalnej oraz o ich praktycznych zastosowaniach. Dzięki wiedzy chemicznej oraz umiejętności przekonywania Carver zrewolucjonizował rolnictwo na Południu i przyczynił się do podniesienia poziomu życia tamtejszej ludności. Chcąc poprawić sytuację ekonomiczną południowych stanów USA, opracował wiele nowych sposobów wykorzystania orzeszków ziemnych, soi, orzechów pekanowych oraz słodkich ziemniaków. Lista jego wynalazków jest bardzo długa – ponad 300 nowych produktów z orzechów ziemnych, 118 ze słodkich ziemniaków, a także liczne kosmetyki, kremy i różnego rodzaju oleje wytwarzane z soi¹².

Przyglądając się biografii osób, które znacząco wpisały się w historię innowacji na świecie, warto uwzględnić nie tylko ich osiągnięcia, lecz także etykę i odpowiedzialność, jakimi się kierowały. Innowatorem działającym w oparciu o jasne zasady moralne i tworzącym rozwiązania, które miały pozytywny wpływ na życie społeczne, był **Mahatma Gandhi**, lider nowatorskich ruchów społecznych opartych na idei pokojowego oporu.

Mahatma Gandhi, właściwie Mohandas Karamchand Gandhi, był indyjskim prawnikiem, filozofem, politykiem i mężem stanu, jednym z twórców współczesnej państwowości indyjskiej oraz konsekwentnym propagatorem pacyfizmu jako narzędzia nacisku politycznego¹³.

¹² *Biografia naukowa George'a Washingtona Carvera*, <https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/george-washington-carver> [dostęp: 25.02.2025].

¹³ *Mahatma Gandhi*, <https://artsandculture.google.com/entity/mahatma-gandhi/mo4xfb?hl=pl> [dostęp: 26.02.2025].

Uważał, że przywództwo jest przede wszystkim zobowiązaniem, a nie przywilejem, i że im większa odpowiedzialność, tym więcej należy wymagać od samego siebie¹⁴.

Mając na uwadze historyczną analizę rozwoju innowacji i sylwetek wybranych innowatorów, poniższy rysunek przedstawia zestawienie wybranych przykładów osób, których osiągnięcia znacząco wpisały się w dzieje innowacji.

Rysunek 12. Sylwetki wybranych innowatorów, którzy znacząco wpisali się w historię innowacji



Źródło: opracowanie własne na podstawie źródeł internetowych.

Jeśli chodzi o starożytność, to bez wątpienia w kształtowanie dorobku innowacyjnego wpisały się takie postaci, jak Imhotep, Archimedes czy Heron z Aleksandrii.

Imhotep był egipskim architektem i uczonym działającym ok. 2650 r. p.n.e. Zaprojektował piramidę schodkową w Sakkarze, uważaną współcześnie za jeden z pierwszych wielkich wynalazków inżynierskich starożytnego świata. Jego twórczość odegrała kluczową rolę w rozwoju tradycji

¹⁴ *Jak Gandhi stał się Mahatmą?*, <https://www.rp.pl/telewizja/art766691-jak-gandhi-stal-sie-mahatma> [dostęp: 26.02.2025].

budowlanej starożytnego Egiptu. To właśnie on zapoczątkował ideę monumentalnych założeń architektonicznych. Jedną z najważniejszych innowacji wprowadzonych przez Imhotepa było zastąpienie nietrwałej cegły suszonej na słońcu kamieniem jako podstawowym materiałem budowlanym. Kamień miał zapewnić trwałość, a wręcz „nieśmiertelność” wznoszonych budowli.

Warto dodać, że poza działalnością architektoniczną Imhotep zajmował się również administracją, produkcją kamiennych naczyń oraz rzeźbiarstwem. Co więcej, przypisuje mu się także stworzenie podstaw egipskiej medycyny, co czyni go jedną z najbardziej wszechstronnych postaci starożytności¹⁵.

Drugim godnym wspomnienia starożytnym innowatorem jest **Archimedes**, żyjący w latach 287–212 p.n.e. w Grecji. Był on inżynierem, fizykiem i matematykiem, który zasłynął z odkryć w dziedzinie hydrostatyki i mechaniki, takich jak śruba Archimedesesa, wykorzystywana do transportu wody. Archimedes powszechnie uznawany jest za najwybitniejszego matematyka starożytności i jednego z największych w dziejach nauki. Jego zainteresowania badawcze koncentrowały się przede wszystkim na geometrii, co wynikało m.in. z ograniczeń ówczesnego systemu zapisu liczb, który utrudniał rozwój arytmetyki. Mimo że opracował własny sposób zapisu bardzo dużych liczb, algebra jako odrębna dziedzina matematyki nie była jeszcze wówczas znana.

Do naszych czasów zachowało się dziesięć dzieł matematycznych przypisywanych Archimedesowi, z czego osiem poświęconych jest geometrii. Należą do nich m.in. następujące prace: *O kuli i walcu*, *O wymierzaniu koła*, *O konoidach i sferoidach*, *O liniach spiralnych*, *Kwadratura paraboli*, *Lematy*, *Stomachion*, *Metoda* i *Optyka*. Arytmetyce poświęcił dwie prace: *O liczbie piasku* oraz *O problemie bydła*.

Zachowały się również dwie prace Archimedesesa z dziedziny fizyki (*O równowadze płaszczyzn* i *O ciałach pływających*). To właśnie w nich sformułował

¹⁵ *Imhotep to pierwszy na świecie znany architekt. Kiedy żył i co o nim wiadomo?*, https://www.national-geographic.pl/historia/imhotep-to-pierwszy-na-swiecie-znany-architekt-kiedy-zyl-i-co-o-nim-wiadomo-231110013816/#google_vignette [dostęp: 14.01.2025].

on tzw. prawo Archimedes¹⁶, jako pierwszy podejmując systematyczne próby porównywania ciężarów właściwych ciał. Opracował również prawo dźwigni, które udowodnił matematycznie i rozwinął tzw. teorię zyskowności mechanicznej, która najprawdopodobniej naprowadziła go na wynalezienie wielokrążka^{17, 18}.

Ponadto Archimedes opracował metodę wyznaczania środków ciężkości figur płaskich. Zajmował się również obliczaniem powierzchni i objętości figur i brył ograniczonych liniami krzywymi. Stworzył w tym celu tzw. metodę miareczkowania, polegającą na kolejnych przybliżeniach badanej figury za pomocą wielokątów w nią wpisywanych i na niej opisywanych. W istocie operował więc pojęciem granicy – powszechnie stosowanym od XVII w. i formalnie zdefiniowanym w XIX w. – co pozwala uznać go za prekursora rachunku nieskończonościowego. Zastosowanie tej metody umożliwiło mu jako pierwszemu precyzyjne oszacowanie wartości liczby π , mieszczącej się pomiędzy $3\frac{1}{7}$ a $3\frac{1}{70}$, podczas gdy wcześniej przyjmowano jej wartość równą $3\frac{1}{8}$.

Kolejnym innowatorem, którego nie sposób pominąć jest **Heron z Aleksandrii**, żyjący w I w. n.e. Był on jednym z najbardziej znanych uczonych starożytnego świata, zasłynął bowiem jako genialny wynalazca i matematyk. Jego prace wywarły ogromny wpływ na rozwój nauki i techniki w kolejnych stuleciach.

Najbardziej znany jest z konstrukcji prostych urządzeń wykorzystujących parę wodną, dzięki czemu bywa uznawany za jednego z prekursorów nowożytnej inżynierii i automatyki. Jego najśłynniejszym wynalazkiem była „Bania Herona” (aeolipila) – urządzenie napędzane parą wodną, działające

¹⁶ Prawo Archimedes¹⁶ to prawo hydrostatyki i aerostatyki, zgodnie z którym na ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa skierowana ku górze siła wyporu równa ciężarowi wypartego przez to ciało płynu.

¹⁷ Wielokrążek to układ cięgien i krążków, który umożliwia zmianę wielkości i kierunku działającej siły. Dzięki temu możliwe jest np. podnoszenie dużych ciężarów przy użyciu znacznie mniejszej siły.

¹⁸ *Matematyk i fizyk*, <https://historia.rp.pl/historia/art16879811-matematyk-i-fizyk> [dostęp: 14.01.2025].

¹⁹ *Archimedes*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/archimedes;3870783.html> [dostęp: 05.12.2024].

na zasadzie reakcji odrzutowej. Choć w starożytności nie znalazło ono praktycznego zastosowania, stanowiło przełomowy przykład wykorzystania energii pary i zapowiedź późniejszych rozwiązań technicznych²⁰.

W odniesieniu do średniowiecza, analizując najwybitniejszych innowatorów tego okresu, na uwagę zasługują m.in. **Al-Jazari** oraz **Ibn al-Haytham**.

Al-Jazari, arabski uczony żyjący w latach 1136–1206, był twórcą wielu złożonych rozwiązań inżynierskich, w tym jednych z pierwszych zegarów wodnych oraz pomp o napędzie mechanicznym. Projektował i konstruował złożone automaty, które jak na swoje czasy stanowiły rozwiązania niezwykle nowatorskie. Wiele z nich skonstruował samodzielnie, inne zaś opisał z taką precyzją, że współcześni badacze podejmują próby ich rekonstrukcji. Analiza jego zapisków prowadzi wielu historyków techniki do wniosku, że stworzył pierwszy w dziejach projekt funkcjonalnego robota²¹.

Ibn al-Haytham (965–1040) znany również jako Al-Hasan Ibn al-Haytham, urodził się na terenach dzisiejszego Iraku. Był prekursorem nowoczesnego myślenia naukowego, który wniósł istotny wkład w badania nad widzeniem, optyką i naturą światła. Na szczególną uwagę zasługuje jego metodologia badawcza. Ibn al-Haytham jako jeden z pierwszych konsekwentnie wykorzystywał eksperyment do weryfikowania hipotez, odchodząc od czysto spekulatywnego podejścia charakterystycznego dla wcześniejszej nauki. W tym sensie jego prace wykazują wyraźne podobieństwo do zasad, które wiele stuleci później ukształtowały nowoczesną metodę naukową. Najważniejszym dziełem uczonego jest *Księga optyki* (*Kitab al-Manazir*), przetłumaczona w średniowieczu na łacinę jako *De Aspectibus*. Dzięki temu przekładowi jego idee wywarły ogromny wpływ na europejskich uczonych, w tym myślicieli epoki renesansu. Ibn al-Haytham wykazał m.in., że widzenie nie polega na emisji promieni z oka, lecz na odbiorze światła odbitego od przedmiotów – co stanowiło przełom w rozumieniu procesu percepcji wzrokowej.

²⁰ Heron z Aleksandrii – geniusz starożytnej techniki, <https://imperiumromanum.pl/ciekawostka/heron-z-aleksandrii-geniusz-starozytnej-techniki> [dostęp: 14.01.2025].

²¹ Włusek A., Czy wiesz, że muzułmanin Al-Jazari tworzył średniowieczne roboty?, <https://historykon.pl/czy-wiesz-ze-musulmanin-al-jazari-tworzyl-sredniowieczne-roboty> [dostęp: 14.01.2025].

Współcześnie uznaje się go za jednego z ojców nowoczesnej optyki. Jego badania stworzyły trwałe podstawy tej dziedziny nauki, a pośrednio przyczyniły się do rozwoju zasad perspektywy w malarstwie²².

Rewolucja przemysłowa oraz przełom XVIII i XIX stulecia przyniosły dalszy rozwój nauki, techniki i innowacji. W historię tego okresu szczególnie wyraźnie wpisali się tacy twórcy jak **George Stephenson** oraz **Eli Whitney**, których osiągnięcia w trwały sposób zmieniły oblicze przemysłu i transportu.

George Stephenson (1781–1848), brytyjski inżynier, uznawany jest za ojca kolei. Zaprojektował pierwsze nowoczesne parowozy i stworzył jedną z pierwszych publicznych linii kolejowych²³. Jego rozwiązania techniczne przyczyniły się do upowszechnienia transportu kolejowego i stały się fundamentem rozwoju nowoczesnej infrastruktury komunikacyjnej.

Drugą postacią wartą uwagi jest Eli Whitney (1765–1825), amerykański konstruktor i wynalazca odziarniarki do bawełny (patent na ten wynalazek otrzymał w 1794 r.). Urządzenie to zrewolucjonizowało produkcję tekstyliów w Stanach Zjednoczonych, umożliwiając masowe i znacznie szybsze przetwarzanie surowca. Co istotne, Whitney odegrał również pionierską rolę w rozwoju standaryzacji części zamiennych. Jeszcze zanim Henry Ford wprowadził taśmowy montaż samochodów, Whitney przedstawił koncepcję wytwarzania identycznych, wymiennych elementów.

Rozwiązanie to znalazło zastosowanie nie tylko w przemyśle zbrojeniowym, lecz także w produkcji maszyn rolniczych, zegarów czy urządzeń domowych. Dzięki temu możliwe stało się usprawnienie procesów produkcyjnych oraz ograniczenie zależności od wysoko wykwalifikowanych rzemieślników²⁴.

Jeśli chodzi o dalszy bieg historii, XX i XXI w. przyniosły – i nadal przynoszą – coraz więcej kolejnych przełomowych odkryć i innowacyjnych opracowań. Okres ten charakteryzuje się intensywnym rozwojem technologii, nauki

²² *Kim był Ibn al-Haytham?*, <https://www.ibnalhaytham.com/discover/who-was-ibn-al-haytham> [dostęp: 26.02.2025].

²³ *Stephenson George*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Stephenson-George;3979578.html> [dostęp: 26.02.2025].

²⁴ *Eli Whitney – rewolucja bawełniana*, <https://mlodytechnik.pl/technika/29926-eli-whitney> [dostęp: 26.02.2025].

i przemysłu, a liczni innowatorzy przyczynili się do zmian, które ukształtowały współczesny świat.

Z tego względu wybór kilku reprezentatywnych sylwetek innowatorów okazuje się zadaniem szczególnie trudnym, tym bardziej że obszar innowacji stale się poszerza i obejmuje coraz bardziej zróżnicowane dziedziny wiedzy oraz praktyki technologicznej. Mając to na uwadze, autorów wybranych, najważniejszych innowacji współczesności zestawiono w tabeli 5, traktując ją jako syntetyczny przegląd kluczowych postaci i ich osiągnięć.

Tabela 5. Wybrani innowatorzy współczesności, którzy wpłynęli na rozwój świata

Medycyna i biotechnologia	
Alexander Fleming	Odkrywca penicyliny, co zapoczątkowało erę nowoczesnej antybiotykoterapii
Jonas Salk	Wynalazca pierwszej skutecznej szczepionki przeciw polio
James Watson i Francis Crick	Odkryli strukturę DNA, co zrewolucjonizowało genetykę
Christian Barnard	Przeprowadził pierwszą udaną transplantację serca
Fizyka i kosmos	
Albert Einstein	Twórca teorii względności, która zmieniła rozumienie czasu i przestrzeni*
Richard P. Feynman	Fizyk teoretyczny, który odegrał kluczową rolę w rozwoju elektrodynamiki kwantowej**
Robert Oppenheimer	Jeden z głównych naukowców Projektu Manhattan, który doprowadził do powstania bomby atomowej***
Werner von Braun	Konstruktor rakiet nośnych, które umożliwiły załogowe lądowanie człowieka na Księżycu****
Technologia i komputery	
Alan Turing	Twórca podstaw teoretycznych informatyki i sztucznej inteligencji (AI). Odegrał kluczową rolę w złamaniu szyfru Enigmy*****
John von Neumann	Współtwórca architektury komputerów osobistych
Steve Jobs i Steve Wozniak	Założyciele firmy Apple, pionierzy rozwoju komputerów osobistych
Bill Gates	Współzałożyciel Microsoftu, który przyczynił się do upowszechnienia komputerów z systemem Windows

Tim Berbers-Lee	Twórca World Wide Web (WWW), inicjator rozwoju internetu w jego współczesnej formie
Transport i przemysł	
Henry Ford	Wprowadził produkcję taśmową w przemyśle samochodowym, dzięki czemu samochody stały się dostępne dla szerokiego grona odbiorców
Igor Sikorsky	Pionier lotnictwa, wynalazca śmigłowca
Frank Whittle i Hans von Ohain	Niezależnie opracowali pierwsze silniki odrzutowe
Komunikacja i media	
Guglielmo Marconi	Wynalazca radia i telekomunikacji bezprzewodowej
Philo Farnsworth	Pionier telewizji, wynalazca pierwszego elektronicznego odbiornika telewizyjnego

* Albert Einstein, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Einstein-Albert;3896872.html> [dostęp: 26.02.2025].

** Richard Feynman, https://ksiegarnia.pwn.pl/autor/Richard-P-Feynman,a,72581972?srsId=AfmBOoq865U-5nulgQQGF-Q1wAsrpOJlUasY_Cbm5xR1DqKDSJob5DN9, [dostęp: 26.02.2025].

*** Robert Oppenheimer – wybitny fizyk i pacyfista, który został ojcem bomby atomowej. Jak do tego doszło?, <https://www.national-geographic.pl/historia/oppenheimer-wybitny-fizyk-i-pacyfista-ktory-zostal-ojcem-bomby-atomowej-jak-do-tego-doszlo> [dostęp: 26.02.2025].

**** Werner von Braun, <https://www.nasa.gov/people/wernher-von-braun> [dostęp: 26.02.2025].

***** What Alan Turing means to us?, <http://www.turing.ac.uk/blog/what-alan-turing-means-us> [dostęp: 28.02.2025].

Źródło: opracowanie własne.

Jak już podkreślono, powyższa tabela zawiera jedynie wybrane przykłady innowacyjnych odkryć z XX i XXI w., które w znaczący sposób wpłynęły na rozwój współczesnego świata. Oczywiście bardziej pogłębiona i systematyczna analiza tego zagadnienia jest jak najbardziej pożądana, jednak wykracza poza ramy niniejszego opracowania. Z pewnością problematyce tej zostaną jeszcze poświęcone kolejne, odrębne prace.

Można stwierdzić, że współczesne innowacje mają ogromne znaczenie w skali globalnej. W istotny sposób oddziałują na niemal każdy aspekt życia, od gospodarki i ochrony zdrowia, poprzez komunikację, aż po relacje człowieka ze środowiskiem naturalnym. Mając na uwadze zarówno rosnące tempo przemian technologicznych, jak i narastające potrzeby społeczne, należy oczekiwać dalszego rozwoju innowacji oraz ich coraz silniejszego wpływu na wszystkie obszary współczesnego życia.

Innowatorzy to nie tylko wynalazcy czy wizjonerzy – to ludzie, którzy odważyli się zakwestionować zastany porządek i spojrzeć na świat z innej perspektywy. Ich odkrycia i idee nie tylko zmieniły swoje epoki, lecz także stworzyły fundamenty, na których budujemy przyszłość.

Każda wielka innowacja – od druku Gutenberga po sztuczną inteligencję – wyrastała z ciekawości, determinacji i odwagi. Dzięki nim świat nie stoi w miejscu. Tak jak dawniej, również dziś innowatorzy kształtują rzeczywistość, w której żyjemy, inspirując kolejne pokolenia do poszukiwania nowych, lepszych rozwiązań.

Biografie najwybitniejszych innowatorów świadczą o tym, że prawdziwa zmiana nie zaczyna się od technologii, lecz od człowieka – od jego wyobraźni, pasji i wiary w to, że świat można uczynić lepszym.

IX

„DNA” i perspektywa dalszego rozwoju innowacji

Innowacje stanowią kluczowy element współczesnego rozwoju gospodarczego, technologicznego i społecznego. W warunkach postępującej globalizacji oraz dynamicznego rozwoju technologii zrozumienie mechanizmów innowacyjnych staje się ważne nie tylko dla przedsiębiorstw, lecz także dla całych gospodarek państw.

W niniejszym rozdziale podjęto próbę przedstawienia swoistego „DNA innowacji”, rozumianego jako zespół fundamentalnych elementów kształtujących i determinujących procesy innowacyjne. Analiza obejmuje różnorodne aspekty, w tym czynniki ekonomiczne, organizacyjne, społeczne oraz technologiczne.

W ujęciu teoretycznym innowację można zdefiniować jako proces wprowadzania nowych lub istotnie ulepszonych pomysłów, produktów, procesów bądź usług, których celem jest zwiększenie efektywności działania lub lepsze zaspokojenie potrzeb odbiorców.

Z uwagi na złożoność współczesnych uwarunkowań gospodarczych i społecznych można stwierdzić, że procesy innowacyjne są determinowane przez wiele wzajemnie powiązanych czynników. Wśród nich można wyróżnić kulturę organizacyjną, dostęp do kapitału finansowego, współpracę z innymi instytucjami oraz rozwój technologii. W odniesieniu do norm i wzorców zachowań funkcjonujących w podmiotach gospodarczych należy podkreślić, że zespoły i organizacje promujące kreatywność, eksperymentowanie oraz otwartość na zmiany wykazują większą skłonność do inicjowania i wdrażania innowacji.

Istotną rolę w procesach innowacyjnych odgrywają również źródła finansowania. Zarówno duże przedsiębiorstwa, jak i start-upy wymagają odpowiedniego zaplecza kapitałowego, które umożliwi prowadzenie prac badawczo-rozwojowych oraz skuteczne wdrażanie nowych rozwiązań.

Nie bez znaczenia pozostaje także współpraca z innymi podmiotami. Partnerstwa pomiędzy przedsiębiorstwami, uczelniami wyższymi oraz instytucjami badawczymi mogą istotnie przyspieszać proces innowacyjny, sprzyjając wymianie wiedzy, doświadczeń i zasobów.

Istotną rolę w procesach innowacyjnych odgrywają również technologie oraz zdolności technologiczne przedsiębiorstw. Postęp technologiczny w znaczący sposób wpływa na ich potencjał innowacyjny. W erze cyfrowej rozwiązania takie jak sztuczna inteligencja, *big data* czy *blockchain* otwierają nowe możliwości rozwoju innowacji.

„DNA innowacji” można rozumieć jako zestaw kluczowych elementów i mechanizmów, które napędzają proces tworzenia nowatorskich rozwiązań. Można je porównać do kodu genetycznego organizmu, ponieważ innowacja nie jest zjawiskiem przypadkowym, lecz wynika z określonych cech, warunków i podejmowanych działań. Do głównych składników „DNA innowacji” można zaliczyć:

1. Kulturę otwartości i eksperymentowania – organizacje i społeczności innowacyjne zachęcają do poszukiwania, testowania i wprowadzania w życie nowych pomysłów. Nie boją porażek, traktując je jako źródło wiedzy i uczenia się;
2. Wizję i cel – innowacja nabiera sensu wówczas, gdy jest jasno ukierunkowana na rozwiązywanie realnych problemów lub zaspakajanie konkretnych potrzeb społecznych, gospodarczych bądź technologicznych;
3. Współpracę i różnorodność – interdyscyplinarne zespoły, łączące odmienne kompetencje, doświadczenia i perspektywy poznawcze, sprzyjają powstawaniu rozwiązań przełomowych oraz twórczemu przekraczaniu utartych schematów;
4. Technologię i narzędzia – innowacje często są stymulowane przez rozwój nowych technologii, jednak ich rzeczywista skuteczność zależy od zdolności świadomego, celowego i odpowiedzialnego wykorzystywania dostępnych narzędzi;

5. Przywództwo i odwagę – liderzy procesów innowacyjnych inspirują innych poprzez gotowość do podejmowania ryzyka, kwestionowania *status quo* oraz tworzenia warunków sprzyjających zmianie;
6. Dane i wiedzę – dostęp do rzetelnych informacji oraz umiejętność ich analizy i interpretacji umożliwiają identyfikowanie trendów, przewidywanie kierunków rozwoju i podejmowanie trafniejszych decyzji innowacyjnych.

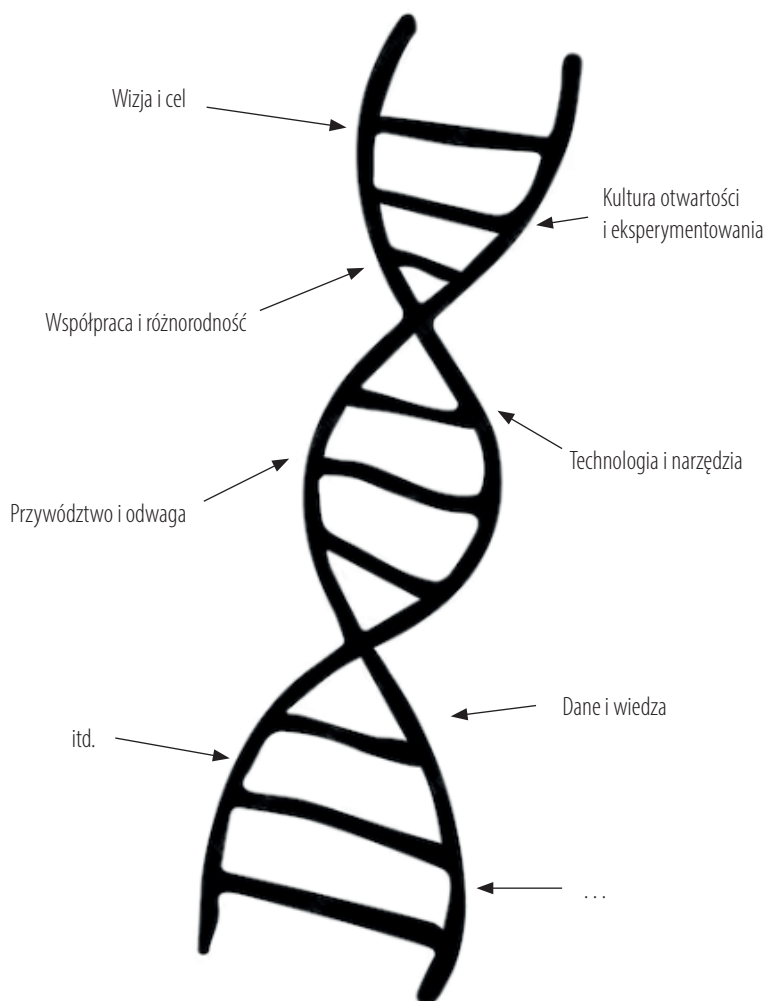
Można również stwierdzić, że „DNA innowacji” opiera się na trzech kluczowych filarach: odkrywaniu (rozumianym jako badania i eksploracja), tworzeniu (obejmującym eksperymentowanie i rozwój) oraz wdrażaniu (czyli realizacji i adaptacji rozwiązań).

W kontekście prognoz rozwoju innowacji oraz ich wewnętrznej dynamiki podjęto próbę opracowania modelu DNA innowacji, przedstawionego na rysunku 10. Zastosowana metafora podwójnej helisy DNA symbolizuje wzajemnie powiązane elementy napędzające proces innowacyjny. Jej poszczególne szczeble i segmenty reprezentują kluczowe komponenty tego procesu, a mianowicie:

- » kulturę otwartości i eksperymentowania – symbolizującą kreatywność i gotowość do testowania nowych pomysłów;
- » wizję i cel – rozumiane jako dalekosiężne myślenie i dążenie do określonych celów;
- » współpracę i różnorodność – podkreślające znaczenie interdyscyplinarnej wymiany wiedzy i doświadczeń;
- » technologię i narzędzia – wskazujące na rolę transformacji cyfrowej i nowoczesnych narzędzi pracy;
- » przywództwo i odwagę – akcentujące znaczenie liderów w inicjowaniu zmian i przełamywaniu *status quo*;
- » dane i wiedzę – obejmujące analityczne podejście oraz świadome wykorzystywanie informacji w procesie innowacji.

Całość modelu podkreśla, że wymienione elementy pozostają ze sobą w ścisłych relacjach i współdziałają, tworząc spójny ekosystem sprzyjający powstawaniu, rozwojowi i utrwalaniu innowacji.

Rysunek 13. „DNA innowacji”



Źródło: opracowanie własne.

Analizując rysunek 13, można stwierdzić, że w przypadku kultury otwartości i eksperymentowania, organizacje i społeczności innowacyjne zachęcają do poszukiwania, testowania i wdrażania nowych pomysłów. Kluczowe

znaczenie ma tu akceptacja ryzyka oraz gotowość do uczenia się na popełnianych błędach, które traktowane są jako naturalny element procesu innowacyjnego, a nie jako jego porażka.

W odniesieniu do wizji i celu należy podkreślić, że innowacja nabiera sensu wówczas, gdy jest wyraźnie ukierunkowana na rozwiązywanie rzeczywistych problemów lub zaspokajanie konkretnych potrzeb społecznych, gospodarczych bądź technologicznych.

Ewolucja „DNA innowacji” nie byłaby możliwa, gdyby nie wspomniane już wcześniej współpraca i różnorodność, rozumiane jako funkcjonowanie interdyscyplinarnych zespołów oraz otwartość na różne możliwości i perspektywy, które sprzyjają powstawaniu przełomowych pomysłów.

Istotnymi składowymi DNA innowacji są także technologia i narzędzia. Wynika to z faktu, że innowacje są często napędzane przez nowe technologie, jednak ich rzeczywista skuteczność zależy od umiejętności ich właściwego wykorzystania.

W turbulentnym środowisku funkcjonowania, niesłuchanie ważne okazują się przywództwo i odwaga: liderzy innowacji inspirują innych, podejmując ryzyko oraz przełamując utrwalone schematy i *status quo*.

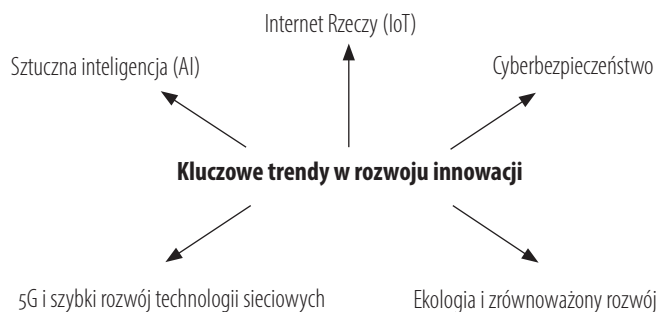
Co więcej, dane i wiedza umożliwiają orientację w nieustannie zmieniającej się sytuacji, pozwalając zarówno na wykorzystywanie nadarzających się okazji, jak i na identyfikowanie pojawiających się zagrożeń. Dostęp do informacji i umiejętność ich analizy pozwalają rozpoznawać trendy i podejmować trafniejsze decyzje.

Reasumując, innowacje stanowią nieodłączny element rozwoju gospodarczego. Zrozumienie ich DNA, czyli kluczowych czynników oraz mechanizmów procesów innowacyjnych, umożliwia skuteczniejsze wprowadzanie nowych rozwiązań na rynek. Współczesne podmioty muszą przyjmować zintegrowane podejście do innowacji, uwzględniające zarówno aspekty technologiczne, jak i społeczne, aby sprostać dynamicznie zmieniającym się wymaganiom rynku. Istotne znaczenie ma również dążenie do współpracy i wymiany wiedzy pomiędzy różnymi sektorami, co może przyczynić się do jeszcze efektywniejszego wdrażania innowacyjnych rozwiązań.

Co więcej, „DNA innowacji” można interpretować jako układ kluczowych elementów organizacyjnych, procesowych oraz kulturowych, które mogą zarówno wspierać, jak i hamować proces wdrażania innowacji. Zrozumienie tych składowych umożliwia organizacjom tworzenie sprzyjającego środowiska innowacyjnego oraz skuteczniejsze dostosowywanie się do zmieniających się warunków rynkowych.

Współczesny świat charakteryzuje się wysoką dynamiką zmian, w ramach których procesy innowacyjne i rozwój technologii nieustannie ewoluują, jednocześnie oddziałując na sposób funkcjonowania społeczeństw, organizacji oraz jednostek. Z roku na rok pojawiają się nowe rozwiązania, które w istotny sposób przekształcają gospodarkę, rynek pracy oraz sposób myślenia i działania człowieka. Z tego względu warto rozważyć, jakie trendy innowacyjne będą dominować w przyszłości oraz jak w jaki sposób wpłyną one na różne obszary życia społeczno-gospodarczego. Wybrane kierunki tych zmian przedstawiono na rysunku 14.

Rysunek 14. Kluczowe trendy w rozwoju innowacji



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Przyszłość technologii – jakie są najważniejsze trendy i prognozy?*, <https://poradnikinzyniera.pl/przyszlosc-technologii-jakie-sa-najwazniejsze-trendy-i-prognozy> [dostęp: 26.02.2025].

Obecnie coraz większą popularność zyskuje sztuczna inteligencja (ang. Artificial Intelligence, AI), która z dnia na dzień coraz wyraźniej wkracza w kolejne sfery życia. Można ją definiować jako dziedzinę wiedzy obejmującą m.in. sieci neuronowe, robotykę oraz tworzenie modeli zachowań inteligentnych

i programów komputerowych zdolnych do ich symulowania. W celu osiągnięcia coraz lepszych rezultatów wykorzystuje również uczenie maszynowe (ang. *machine learning*), głębokie uczenie (ang. *deep learning*) oraz uczenie wzmocnione (ang. *reinforcement learning*). Sztuczna inteligencja stanowi obecnie rozległy obszar badań i debat, szeroko omawiany zarówno w dyskursie naukowym, publicystycznym, jak i politycznym.

Generalizując, można stwierdzić, że są to działania oparte na modelowaniu wiedzy i danych oraz na rozwijaniu systemów algorytmicznych i mocy obliczeniowej, co w obecnym stanie rozwoju technologii umożliwia tworzenie w dużym stopniu zautomatyzowanych systemów pozyskiwania, przetwarzania i analizy danych. To z kolei pozwala na samoistne doskonalenie systemów lub przewidywanie zachowań i działań na podstawie analizy zgromadzonych danych i identyfikowanych między nimi korelacji.

W konsekwencji pojawia się możliwość oddziaływania na środowisko zewnętrzne oraz tworzenia rozmaitych interakcji za pomocą sensorów i siłowników. Tego rodzaju obustronne oddziaływania mogą zachodzić zarówno w sposób w pełni zautomatyzowany, jak i z udziałem człowieka w całym cyklu życia systemów sztucznej inteligencji – począwszy od etapu projektowania i rozwoju, poprzez wdrożenie i użytkowanie, aż po decyzję o wyłączeniu systemu z eksploatacji i jego utylizację¹.

Wraz z postępującym rozwojem technologicznym oraz procesami globalizacyjnymi sztuczna inteligencja dynamicznie się rozwija i będzie odgrywać coraz większą rolę w niemal wszystkich obszarach życia. Wspomniany na rysunku Internet Rzeczy to system wzajemnie połączonych ze sobą oraz z internetem urządzeń, maszyn i czujników, które komunikują się między sobą i wymieniają dane bez konieczności bezpośredniej interwencji człowieka. Technologie IoT umożliwiają gromadzenie, przetwarzanie i analizę danych w czasie rzeczywistym, co pozwala na zdalne monitorowanie, ich automatyzację oraz podejmowanie decyzji na podstawie danych².

¹ Portal sztucznej inteligencji, <https://www.gov.pl/web/ai/czym-jest-sztuczna-inteligencja> [dostęp: 27.02.2025].

² Nawigator technologiczny, Internet Rzeczy, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/technologie/cyfrowe/internet-rzeczy> [dostęp: 27.02.2025].

Można przewidywać, że przyszłość rozwoju technologicznego będzie opierać się na coraz bardziej rozbudowanych ekosystemach urządzeń IoT, współdziałających ze sobą w celu usprawniania codziennego funkcjonowania ludzi oraz optymalizacji procesów zachodzących w różnych sektorach gospodarki i życia społecznego. Systemy te będą tworzyć zintegrowane środowiska współpracy, których celem będzie zarówno podnoszenie efektywności, jak i poprawa jakości życia.

5G to skrót oznaczający piątą generację sieci komórkowej. Technologia ta charakteryzuje się znacznie wyższą przepustowością w porównaniu z dotychczas funkcjonującymi standardami oraz minimalnymi opóźnieniami i większą stabilnością połączeń. Umożliwia ona podłączenie do internetu ogromnej liczby dodatkowych urządzeń, co stwarza warunki do dynamicznego rozwoju technologii sieciowych. Cechy te mają kluczowe znaczenie zwłaszcza w kontekście rozwoju Internetu Rzeczy, inteligentnych miast, autonomicznych systemów transportowych oraz zaawansowanych rozwiązań przemysłowych³.

Wraz z upowszechnieniem technologii sieciowych, takich jak 5G, oczekuje się szybszego i bardziej niezawodnego dostępu do internetu. Otwiera to nowe możliwości rozwoju aplikacji, usług i narzędzi wykorzystujących wysoką przepustowość oraz niskie opóźnienia transmisji danych. Sieć 5G nie stanowi zatem jedynie kolejnego etapu ewolucji technologii telekomunikacyjnych, lecz pełni rolę istotnego katalizatora dalszych przemian technologicznych i innowacyjnych.

Coraz szybszy postęp technologiczny niesie ze sobą postępującą degradację środowiska naturalnego. W warunkach rosnącej świadomości ekologicznej technologia może jednak odgrywać kluczową rolę w poszukiwaniu zrównoważonych rozwiązań. W ostatnich latach coraz częściej podkreśla się rolę ekoinnowacji jako jednego z podstawowych narzędzi zrównoważonego rozwoju. Innowacje ekologiczne mogą i powinny stać się siłą napędową przemian

³ 5G: sieci telekomunikacyjne nowej generacji, <https://www.gov.pl/web/5g/podstawowe-informacje> [dostęp: 27.02.2025].

gospodarczych⁴. Oczekuje się wzrostu obecności ekoinnowacji w takich obszarach, jak energia odnawialna, monitorowanie środowiska, recykling czy transport elektryczny.

Kierunki rozwoju innowacji coraz częściej obejmują wymiar społeczny, terytorialny i obywatelski, przekraczając tradycyjne rozumienie innowacji jako wyłącznie technologicznego postępu. Dobrym przykładem są rozwijające się w Polsce wspólnoty energetyczne, które łączą lokalną transformację energetyczną z budowaniem kapitału społecznego, partycypacją obywatelską i wzmacnianiem roli energii odnawialnej. Analizy wskazują, że mogą one stanowić potencjalny filar suwerenności energetycznej, odporności lokalnych społeczności oraz rozwoju społeczeństwa obywatelskiego – pod warunkiem istnienia jasnych ram prawnych, wsparcia instytucjonalnego i dostępu do wiedzy eksperckiej⁵. Rozwój takich modeli wskazuje, że przyszłość innowacji będzie coraz silniej związana z wartościami demokratycznymi, współpracą wielosektorową oraz adaptacją do kontekstów lokalnych.

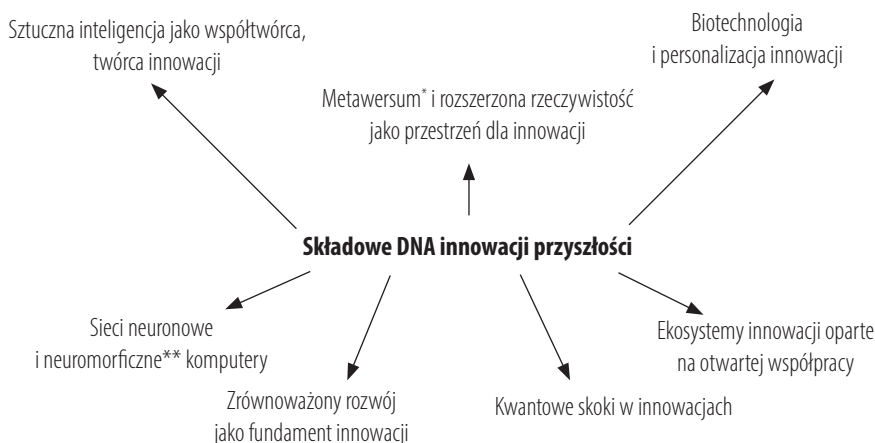
Niestety, wraz z postępującym rozwojem technologicznym, rosnącą ilością danych przechowywanych w chmurze i coraz większą łącznością urządzeń, jednym z najważniejszych wyzwań przyszłości staje się cyberbezpieczeństwo. Z tego względu rozwój technologii zabezpieczeń i monitorowania będzie – a w istocie powinien być – priorytetem w zapewnianiu bezpieczeństwa danych i systemów informatycznych⁶.

Przyszłość DNA innowacji będzie kształtowana przez kilka kluczowych trendów, które mogą zrewolucjonizować sposób powstawania nowych pomysłów i rozwiązań. Uwzględniając najważniejsze kierunki rozwoju innowacji, podjęto próbę przedstawienia na rysunku kluczowych składowych DNA innowacji przyszłości.

⁴ Rutkowska M., Pakulska J., *Ekoinnowacje jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 47/3, 2020, s. 63.

⁵ Czerewacz-Filipowicz K., Iwińska K., Konopelko A., Kozłowska J., *Generating Change Locally: Energy Communities as a Pillar of Energy Sovereignty and Civil Society in Poland*, „WSEAS Transactions on Business and Economics” 22, 2025, s. 1882–1895.

⁶ *Przyszłość technologii – jakie są najważniejsze trendy i prognozy?*, <https://poradnikinzyniera.pl/przyszlosc-technologiei-jakie-sa-najwazniejsze-trendy-i-prognozy> [dostęp: 26.02.2025].

Rysunek 15. Składowe „DNA innowacji” przyszłości

* Metawersum to wirtualne środowisko online, łączące elementy rzeczywistości rozszerzonej (AR), rzeczywistości wirtualnej (VR), mediów społecznościowych, gier online i kryptowalut. Dodatkowo pozwala swoim użytkownikom na odczuwanie wirtualnych doznań i prowadzenie interakcji z innymi użytkownikami w czasie rzeczywistym, często z wykorzystaniem awatarów i immersyjnych technologii.

** Sieci neuromorficzne to rozwiązania inspirowane sposobem działania biologicznego mózgu. Naśladują one strukturę i mechanizmy neuronalne, co pozwala na znacznie szybsze i bardziej energooszczędne przetwarzanie informacji. Uznaje się je za jeden z obiecujących kierunków rozwoju sztucznej inteligencji, szczególnie w zadaniach takich jak rozpoznawanie obrazów, dźwięków czy wzorców.

Źródło: opracowanie własne na podstawie źródeł internetowych.

Sztuczna inteligencja coraz częściej wspiera, generuje i proponuje nowe pomysły i rozwiązania. Systemy oparte na AI analizują ogromne ilości danych, identyfikując trendy i wskazując najbardziej obiecujące kierunki rozwoju. Z dużym prawdopodobieństwem w przyszłości stanie się ona integralnym elementem „DNA innowacji”, wspomagając naukowców, twórców oraz przedsiębiorców prowadzących działalność proinnowacyjną.

Wraz z rosnącym tempem przemian społeczno-gospodarczych i zmieniającymi się oczekiwaniami oraz potrzebami odbiorców, rozwój biotechnologii wydaje się jedną z kluczowych dziedzin przyszłości. Umożliwi on bowiem nie tylko modyfikowanie rzeczywistego DNA (innowacyjności), ale również tworzenie silnie spersonalizowanych produktów i usług, dostosowanych do indywidualnych potrzeb użytkowników. Można wręcz stwierdzić, że – począwszy

od medycyny precyzyjnej, a skończywszy na żywności przyszłości⁷ – innowacje będą coraz bardziej „szyte na miarę” i dopasowane do indywidualnych potrzeb.

Można przypuszczać, że nowa generacja komputerów inspirowanych ludzkim mózgiem może całkowicie zmienić sposób przetwarzania informacji oraz tworzenia innowacji. Możemy spodziewać się bardziej intuicyjnych i kreatywnych rozwiązań technologicznych, działających w sposób zbliżony do ludzkiego myślenia.

Przyszłość innowacji wiąże się z rozwojem otwartych platform, umożliwiających współpracę w czasie rzeczywistym pomiędzy różnymi branżami i kulturami. Modele *open source*⁸, zdecentralizowane sieci i wspólne laboratoria badawczo-rozwojowe będą odgrywać kluczową rolę w tworzeniu przełomowych rozwiązań.

Innowacje przyszłości nie mogą ignorować kwestii ekologicznych i społecznych. Nowe technologie będą musiały łączyć postęp z minimalizowaniem negatywnego wpływu na środowisko, obejmując zarówno odnawialne źródła energii, jak i zeroemisyjne procesy produkcyjne.

Innowacje przyszłości nie będą ograniczać się wyłącznie do świata fizycznego. Metawersum, rozumiane jako zintegrowane środowisko wirtualne, stanowi przestrzeń, w której ludzie mogą wchodzić w interakcje, pracować, uczyć się, bawić i prowadzić życie społeczne z wykorzystaniem technologii takich jak

⁷ Żywność przyszłości to koncepcja, która obejmuje innowacyjne sposoby produkcji, przetwarzania i konsumpcji żywności. Jej celem jest zaspokojenie rosnących potrzeb żywieniowych na świecie w sposób zrównoważony, zdrowy i ekologiczny. Przykładami takich rozwiązań mogą być alternatywne źródła białka (sojowe, grochowe czy grzybowe zamienniki mięsa, a także owady), nowoczesne formy rolnictwa (farmy wertykalne, hydroponika czy aeroponika, czyli metody uprawy umożliwiające mniejsze zużycie wody i przestrzeni), żywność funkcjonalna (produkty wzbogacone w składniki prozdrowotne, takie jak probiotyki, witaminy i minerały, dostosowane do indywidualnych potrzeb), zrównoważone źródła żywności (algi, mikroorganizmy czy fermentacja precyzyjna, umożliwiające tworzenie nowych rodzajów żywności) oraz minimalizacja marnowania żywności (technologie umożliwiające dłuższe przechowywanie produktów i lepsze zarządzanie odpadami spożywczymi).

⁸ Model *open source* to zdecentralizowany model tworzenia oprogramowania, oparty na otwartym dostępie do kodu źródłowego i zachęcający do współpracy szerokiej społeczności użytkowników oraz programistów.

rzeczywistość wirtualna (VR), rzeczywistość rozszerzona (AR) oraz *blockchain*⁹. Technologie VR i AR mogą stać się nowoczesnymi laboratoriami kreatywności, umożliwiając testowanie i rozwijanie pomysłów w środowisku wirtualnym, zanim zostaną one wdrożone w rzeczywistości¹⁰.

Równolegle komputery kwantowe mogą wprowadzić innowacje na zupełnie nowy poziom, rozwiązując problemy, które obecnie pozostają poza zasięgiem klasycznych technologii obliczeniowych. Ich potencjalne zastosowania obejmują m.in. ultraszybką analizę danych oraz zaawansowane symulacje chemiczne, prowadzące do przełomowych odkryć w medycynie, farmacji i energetyce.

Podsumowując, „DNA innowacji” będzie ewoluować w kierunku większej integracji rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, personalizacji i indywidualizacji, współpracy oraz zrównoważonego rozwoju. Można przypuszczać, że przyszłość będzie należeć do tych, którzy potrafią kreatywnie podchodzić do stojących przed nimi wyzwań, wykorzystywać i rozwijać dziedziny nauki oraz technologii, przekształcając je w nowe, przełomowe rozwiązania.

„DNA innowacji” to nieustanna ewolucja – zdolność do adaptacji, przekraczania granic i łączenia pozornie odległych dziedzin. Historia pokazuje, że największe przełomy rodzą się tam, gdzie odwaga spotyka się z wiedzą, a ciekawość z determinacją.

Przyszłość innowacji nie jest z góry zapisana. Kształtują ją ludzie gotowi myśleć inaczej i działać tam, gdzie inni dostrzegają jedynie bariery. W erze sztucznej inteligencji, biotechnologii i zrównoważonego rozwoju kluczowe będzie nie tylko tworzenie nowych technologii, lecz także odpowiedzialne kierowanie ich wpływem na społeczeństwo i środowisko.

Patrząc w przyszłość, jedno pozostaje pewne: innowacja nigdy się nie kończy. To proces, który napędza postęp i definiuje nasze jutro – a jego najważniejszą siłą pozostają ludzie gotowi na zmianę.

⁹ *Blockchain* to zdecentralizowany rejestr danych, które są bezpiecznie współużytkowane. Technologia ta umożliwia współdzielenie danych pomiędzy uczestnikami sieci bez potrzeby istnienia centralnego podmiotu nadzorującego.

¹⁰ Chabros M., *Metaversum – nowy cyfrowy świat czy zwykła mrzonka?*, <https://obserwatorgospodarczy.pl/2023/04/21/metaversum-nowy-cyfrowy-swiat-czy-zwykla-mrzonka> [dostęp: 27.02.2025].

Zakończenie

Historia innowacji to historia nieustannej zmiany – ewolucji idei, technologii i modeli rozwoju, które kształtowały naszą cywilizację. Każda epoka miała swoje przełomy, swoich wizjonerów i swoje wyzwania. Od pierwszych narzędzi, przez wielkie wynalazki rewolucji przemysłowej, aż po cyfrową transformację i rozwój sztucznej inteligencji – innowacje niezmiennie stanowiły siłę napędową postępu. Jednak ich natura, tempo i mechanizmy powstawania zmieniały się wraz z upływem czasu.

Prześledzenie ewolucji modeli innowacji pokazuje, że od prostych, liniowych procesów opartych na indywidualnych odkryciach przeszliśmy do złożonych ekosystemów, w których kluczową rolę odgrywają współpraca, interdyscyplinarność oraz globalne powiązania.

Narodowe systemy innowacji, niegdyś skoncentrowane na wewnętrznych zasobach, dziś funkcjonują w ramach międzynarodowej wymiany wiedzy, technologii i kapitału. Stanowi to dowód na to, że innowacyjność przestała być domeną pojedynczych jednostek czy państw – stała się globalnym procesem, w którym decydujące znaczenie ma zdolność do adaptacji i dynamicznego reagowania na zmieniające się warunki.

Analiza innowacji na przestrzeni dziejów pozwala dostrzec pewne uniwersalne wzorce. Wydaje się, że skuteczne innowacje łączy kilka kluczowych cech: odwaga w przełamywaniu schematów, umiejętność interdyscyplinarnego myślenia, gotowość do podejmowania ryzyka oraz zdolność do łączenia różnych technologii i dziedzin wiedzy. To właśnie te elementy można uznać za swoiste „DNA innowacji”, czyli zespół cech, które decydują o sukcesie nowych rozwiązań.

Niemniej jednak innowacyjność to nie tylko technologia – to także kultura, polityka i społeczne uwarunkowania. Nie wystarczy stworzyć nowy wynalazek; musi on znaleźć zastosowanie i zostać zaakceptowany przez społeczeństwo. Historia dostarcza wielu przykładów przełomowych idei, które wyprzedzały swoją epokę, ale nie znalazły społecznej ani technologicznej gotowości do ich implementacji. Z kolei te, które wpisały się w potrzeby ludzi i gospodarki, zdefiniowały kolejne epoki.

Patrząc w przyszłość, można stwierdzić, że tempo innowacji nie spowolni – wręcz przeciwnie, wejdziemy w epokę jeszcze szybszych i bardziej radykalnych zmian. Sztuczna inteligencja, biotechnologia, robotyka czy energia odnawialna to tylko niektóre z obszarów, które mogą przekształcić świat w stopniu porównywalnym z rewolucją przemysłową. Kluczowe pytanie nie dotyczy już tego, czy innowacje będą powstawać, lecz w jaki sposób je kształtować, aby służyły człowiekowi i nie prowadziły do destabilizacji społecznej, ekonomicznej czy etycznej.

Podsumowując, innowacje są nieodłącznym elementem ludzkiej natury – wynikają z naszej ciekawości, kreatywności, potrzeby rozwiązywania problemów oraz dążenia do lepszego jutra. Historia innowacji uczy jednak, że postęp nie jest ani procesem liniowym, ani nieuniknionym. Wymaga on świadomego zarządzania, odpowiedzialności i zachowania równowagi między eksploracją nowych możliwości a troską o konsekwencje zmian.

W świecie, w którym przyszłość zależy od decyzji podejmowanych dziś, największą innowacją może okazać się umiejętność tworzenia technologii w harmonii z wartościami społecznymi, środowiskowymi i etycznymi. Współczesna ludzkość bez wątpienia znajduje się u progu kolejnego etapu tej historii. Pytanie nie brzmi już, co przyniesie przyszłość, lecz jaką przyszłość chcemy współtworzyć.

Bibliografia

- 5G: sieci telekomunikacyjne nowej generacji, <https://www.gov.pl/web/sg/podstawowe-informacje> [dostęp: 27.02.2025].
- Albert Einstein, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Einstein-Albert;3896872.html> [dostęp: 26.02.2025].
- Allen J.A., *Scientific innovation and Industrial Prosperity*, Longman, London 1966.
- Archimedes, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/archimedes;3870783.html> [dostęp: 05.12.2024].
- Architektura średniowiecza jest pełna tajemnic. Do dziś niewiele wiemy o tym, jak powstały gotyckie katedry, <https://www.national-geographic.pl/historia/architektura-sredniowiecza-charakterystyka-ciekawostki-i-sredniowieczne-perly-architektoniczne> [dostęp: 15.10.2024].
- Bartuś T., *Historia sieci*, <https://home.agh.edu.pl/~bartus/index.php?action=dydaktyka&subaction=internet&item=historia> [dostęp: 17.12.2024].
- Barnard Christiaan Neethling, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Barnard-Christiaan-Neethling;3874507.html> [dostęp: 7.03.2025].
- Bill Gates, <https://www.forbes.pl/sylwetka/bill-gates> [dostęp: 17.03.2025].
- Billington S., Hanna A., Lane J., *What can we learn about patents and innovation from the past?*, [w:] *Lessons from history*, 2024, <https://www.economicsobservatory.com/what-can-we-learn-about-patents-and-innovation-from-the-past> [dostęp: 22.01.2025].
- Biografia naukowa George'a Washingtona Carvera, <https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/george-washington-carver> [dostęp: 25.02.2025].
- Bojar M., Machnik-Słomka S., *Model potrójnej i poczwórnej helisy w budowaniu współpracy sieciowej dla rozwoju innowacyjnych projektów regionalnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Organizacja zarządzanie” 76, 2014, <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/>

- element/bwmeta1.element.baztech-7b4cb785-69c3-47a5-93c8-8f1f64c6b72e/c/bojar_model_76_2014.pdf [dostęp: 15.09.2017].
- Bromberg H., *Patent Law, U.S., History of Patent Law, U.S.*, https://repository.law.umich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1495&context=book_chapters [dostęp: 20.02.2025].
- Budziński F., *Rola postępu naukowo-technicznego w rozwoju gospodarczym*, PAN, Kraków 1972.
- Carayannis E.G., Barth T.D., Campbell D.F.J., *The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation*, „Journal of Innovation and Entrepreneurship” 1(2), 2012, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2F2192-5372-1-2.pdf> [dostęp: 5.09.2017].
- Chabros M., *Metaversum – nowy cyfrowy świat czy zwykła mrzonka?*, <https://obserwator-gospodarczy.pl/2023/04/21/metaversum-nowy-cyfrowy-swiat-czy-zwykla-mrzonka> [dostęp: 27.02.2025].
- Ciborowski R., *Wpływ zmian w polityce ekonomicznej i globalizacji na postęp techniczny i konkurencyjność gospodarki Wielkiej Brytanii*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2004.
- Cort Henry, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Cort-Henry;3887848> [dostęp: 21.10.2024].
- Cyrek M., *Giełda papierów wartościowych – co to jest i jak działa?*, <https://cyrekdigital.com/pl/baza-wiedzy/gielda-papierow-wartosciowych> [dostęp: 13.11.2024].
- Czerewacz-Filipowicz, K., *Will COVID-19 bury dreams of some overland routes of the Chinese Belt and Road Initiative?*, „Area Development and Policy” 7(3), 2022.
- Czerewacz-Filipowicz K., Iwińska K., Konopelko A., Kozłowska J., *Generating Change Locally: Energy Communities as a Pillar of Energy Sovereignty and Civil Society in Poland*, „WSEAS Transactions on Business and Economics” 22, 2025, s. 1882–1895.
- Cztery rewolucje przemysłowe – od maszyny parowej do sztucznej inteligencji, <https://tvn24.pl/swiat/rewolucja-przemyslowa-co-to-jest-przyczyny-skutki-i-najwazniejsze-wynalazki-st5490213> [dostęp: 20.11.2024].
- Czupiał J., *Zarys metodologii planowania i oceny przedsięwzięć badawczo-rozwojowych*, PWN, Warszawa 1988.
- Czym jest patent na wynalazek i prawo ochronne na wzór użytkowy, <http://uprp.gov.pl/przedmioty-ochrony/wynalazki-i-wzory-uzytkowe/wynalazki-i-wzory-uzytkowe-informacje-podstawowe/czym-jest-patent-na-wynalazek-i-prawo-ochronne-na-wzor-uzytkowy> [dostęp: 1.01.2025].

- Definicje starożytności, <https://www.starozytosc.info/definicje-starozytosci> [dostęp: 19.09.2024].
- Drucker P.F., *Innowacje i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady*, PWE, Warszawa 1992.
- Drucker P.F., *The Practice of Management*, Heinemann, Londyn 1968.
- Duch W., *Fascynujący świat komputerów*, <https://is.umk.pl/~duch/books-fsk/adr-fskoo.html> [dostęp: 03.12.2024].
- Duraj J., Papiernik-Wojdera M., *Przedsiębiorczość i Innowacyjność*, Difin, Warszawa 2010.
- Eli Whitney – rewolucja bawełniana, <https://mlodytechnik.pl/technika/29926-eli-whitney> [dostęp: 26.02.2025].
- Fagerberg J., *Innovation a guide to the literature* [w:] Fagerberg J., Mowery D.C., Nelson R.R., *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Nowy Jork 2005.
- Faraday Michael, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/faraday-michael;3899905.html> [dostęp: 13.11.2024].
- Ferraresi A.A., Quandt C.O., dos Santos S.A., Frega J.R., *Knowledge management and strategic orientation: leveraging innovativeness and performance*, „Journal of Knowledge Management” 5, 2012.
- Fiedor B., *Neoklasyczna teoria postępu technicznego. Próba systematyzacji i krytycznej analizy*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 1986.
- Fiedor B., *Teoria innowacji*, PWN, Warszawa 1979.
- Florence Nightingale, https://youth.europa.eu/nnfe/florence-nightingale_pl [dostęp: 5.02.2025].
- Ford Henry, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/ford-henry;3901889.html> [dostęp: 17.03.2025].
- Freeman Ch., Clark J., Soete L., *Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development*, Pinter, Londyn 1982.
- Freeman Ch., *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter, Londyn 1982.
- Gnaś H., *Długi luk – tajna broń Anglików*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2024/04/11/dlugi-luk-tajna-bron-anglikow> [dostęp: 09.10.2024].
- Gnaś H., *Wynalazki rewolucji przemysłowej*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2023/10/03/wynalazki-rewolucji-przemyslowej> [dostęp: 19.10.2024].
- Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996.
- Harman A.J., *The International Computer Industry. Innovation and Comparative Advantage*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1971.

- Henry Ford i jego osiągnięcia w zakresie zarządzania produkcją oraz wkład w lean manufacturing*, <https://openhorizon.com.pl/henry-ford-i-jego-osiagniecia-w-zakresie-zarzadzania-produkcja-oraz-wklad-w-lean-manufacturing> [dostęp: 14.11.2024].
- Heron z Aleksandrii – geniusz starożytnej techniki*, <https://imperiumromanum.pl/ciekawostka/heron-z-aleksandrii-geniusz-starozytnej-techniki> [dostęp: 14.01.2025].
- Historia energetyki jądrowej*, https://e-learning.prz.edu.pl/pluginfile.php/78945/mod_resource/content/1/Historia%2oenergetyki%2ojadrowej.pdf [dostęp: 03.12.2024].
- Historia króla geeków. Co robi dziś Steve Wozniak – człowiek, który założył Apple?*, <https://spidersweb.pl/2018/11/steve-wozniak-sylwetka.html> [dostęp: 17.03.2025].
- Historia okularów i wynalazców optyki – kto wynalazł okulary?*, <https://optykris.pl/blog/ogolne/historia-okularow-i-wynalazcow-optyki-kto-wynalazl-okulary> [dostęp: 20.08.2025].
- Historia rozwoju systemów komputerowych*, <https://esezam.okno.pw.edu.pl/mod/book/view.php?id=51> [dostęp: 03.12.2024].
- History*, https://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/watson_and_crick.shtml [dostęp: 17.03.2025].
- Imhotep to pierwszy na świecie znany architekt. Kiedy żył i co o nim wiadomo?*, <https://www.national-geographic.pl/historia/imhotep-to-pierwszy-na-swiecie-znany-architekt-kiedy-zyl-i-co-o-nim-wiadomo-231110013816> [dostęp: 14.01.2025].
- Isaac Newton*, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/izaak-newton-1642-1727> [dostęp: 25.02.2025].
- Isaac Newton*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/newton-isaac;3947022.html> [dostęp: 25.02.2025].
- Iwanek K., Burakowski A., Mahatma Gandhi – człowiek wielki duchem*, <https://histmag.org/Mahatma-Gandhi-czlowiek-wielki-duchem-8881> [dostęp: 26.02.2025].
- Jak budowano piramidy. Fakty a mity*, <https://archeologia.com.pl/piramidy-jak-budowano> [dostęp: 19.09.2024].
- Jak Gandhi stał się Mahatma?*, <https://www.rp.pl/telewizja/art766691-jak-gandhi-stal-sie-mahatma> [dostęp: 26.02.2025].
- Jak powstał Internet – historia wynalazku, bez którego nie wyobrażamy sobie życia*, <https://www.national-geographic.pl/technologie/jak-powstal-internet-historia-wynalazku-bez-ktorego-nie-wyobrazamy-sobie-zycia> [dostęp: 03.12.2024].

- Jakie były wynalazki Gutenberga? Ten człowiek zrewolucjonizował dostęp do wiedzy, <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalazki-gutenberga> [dostęp: 15.10.2024].
- James Watt, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/watt-james;3994317.html> [dostęp: 26.02.2025].
- Janasz W., Kozioł K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 2007.
- Jasiński A.H., *Innowacje i transfer techniki w procesie transformacji*, Difin, Warszawa 2006.
- Jasiński A.H., *Innowacje techniczne a działalność marketingowa*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania, Warszawa 1998.
- Jasiński A.H., *Innowacyjność w gospodarce Polski. Modele, bariery, instrumenty wsparcia*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2014.
- Jednym cywilizacjom dała szansę rozwoju, innym przyniosła zagładę. Zdaniem historyków epoka żelaza trwa do dziś, <https://www.national-geographic.pl/technologie/epoka-zelaza-osiaagniecia-charakterystyka-i-ciekawostki-jak-wygladala-epoka-zelaza-w-polsce> [dostęp: 30.09.2024].
- John von Neumann. *Life, Work, and Legacy*, <https://www.ias.edu/von-neumann> [dostęp: 17.03.2025].
- Jones A.R.B., Ross W.D., *The Metaphysics – Aristotle*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.
- Kiedy i gdzie powstał pierwszy bank?, <https://encyklopedia.pwn.pl/materialy-dodatkowe/haslo/Kiedy-i-gdzie-powstal-pierwszy-bank;498958;498958.html> [dostęp: 15.10.2024].
- Klepacki B., Walejewska A., *Historia powstania i wykorzystanie Internetu*, „Ekonomika i Organizacja Logistyki” 2(3), 2017.
- Kodeks Hammurabiego słynie z drakońskich kar. Zapisano w nim jednak także bardzo praktyczne wskazówki, <https://www.national-geographic.pl/historia/kodeks-hammurabiego-jak-powstal-jeden-z-najstarszych-kodeksow-prawnych-na-swiecie> [dostęp: 30.09.2024].
- Kompas, <https://almanach.historyczny.org/wiki/Kompas> [dostęp: 15.10.2024].
- Kotler Ph., *Marketing*, Wydawnictwo Gebethner, Warszawa 1994.
- Kukliński A., *Nauka – Technologia – Gospodarka. Wzajemne powiązania i globalne tendencje*, KBN, Warszawa 1995.
- Kuznets S., *Secular Movements in Production and Prices*, Riverside Press, Boston 1930.
- Kuznets S., *Six Lectures on Economic Growth*, Free Press, Chicago 1959.

- Lech M., *Prawo patentowe – jak prawo starało się nadążyć za postępem?*, <https://wzoryprzemyslowe-blog.pl/prawo-patentowe/>, [dostęp: 22.01.2025].
- Lee S.M., Olson D.L., Trimi S., *Co-innovation: convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values*, „Management Decision” 5, 2012.
- Leonardo da Vinci, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Leonardo-da-Vinci;3931631.html> [dostęp: 22.02.2025].
- Leszczyńska C., *Miejsce banków w rozwoju gospodarczym ziem polskich w latach 1870 – 1932*, „UR Journal of Humanities and Social Sciences” 2(27), 2023, <https://journalofhumanitiesandsocialsciences.com/272023/4.pdf> [dostęp: 13.11.2024].
- Liwiński J., *Bracia Wright 120 lat lotnictwa silnikowego*, „Lotnictwo. Aviation International” 12, 2023, <https://zbiam.pl/artykuly/bracia-wright-120-lat-lotnictwa-silnikowego> [dostęp: 20.11.2024].
- Lucas R., *On the Mechanisms of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics” 22, 1988.
- Madej Z., *Nauka i rozwój gospodarczy*, PWE, Warszawa 1970.
- Mahatma Gandhi, <https://artsandculture.google.com/entity/mahatma-gandhi/mo4xfb?hl=pl> [dostęp: 26.02.2025].
- Mansfield E., *The Economics of Technological Change*, W.W. Norton and Co, Nowy Jork 1968.
- Marciniak S., *Innowacyjność i konkurencyjność gospodarki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010.
- Marconi Guglielmo, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Marconi-Guglielmo;3937643.html> [dostęp: 19.03.2025].
- Marklund G., Nilsson R., Sandgren P., Granat Thorslund J., Ullström J., *The Swedish National Innovation System 1970 – 2003*, VINNOVA – Swedish Agency for Innovation Systems, Sztokholm 2004.
- Matematyk i fizyk, <https://historia.rp.pl/historia/art16879811-matematyk-i-fizyk> [dostęp: 14.01.2025].
- Mesjasz w kitlu. Jak Jonas Salk oddał światu patent na szczepionkę, <https://www.forbes.pl/life/jonas-salk-szczepionka-na-polio-dlaczego-przekazal-patent-za-darmo/psrh70> [dostęp: 17.03.2025].
- Morse Samuel Finley Breesem, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Morse-Samuel-Finley-Breese;3943591.html> [dostęp: 13.11.2024].

- Najważniejsze wynalazki średniowiecza. Te odkrycia zmieniły świat, <https://www.national-geographic.pl/historia/najwazniejsze-wynalazki-sredniowiecza-te-odkrycia-zmienily-swiat> [dostęp: 09.10.2024].
- Nawigator technologiczny, Internet rzeczy, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/technologie/cyfrowe/internet-rzeczy/> [dostęp: 27.02.2025].
- Niedzielski P., Rychlik K., *Innowacje i Kreatywność*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2006.
- Nikola Tesla, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/leksykon/nikola-tesla-1856-1943> [dostęp: 25.02.2025].
- OECD Science & Technology Outlook, OECD, Paryż 2008.
- Open innovation 2.0 yearbook 2016, European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, 2016.
- Patent milestones, <https://www.uspto.gov/patents/milestones> [dostęp: 20.02.2025].
- Pawlik A., *Potencjał innowacyjny w rozwoju regionalnym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce 2012.
- Philo T. Farnsworth, https://ethw.org/Philo_T._Farnsworth [dostęp: 19.03.2025].
- Piękniejsza strona nauki, www.piekniejszastronanauki.pl/florence-nightingale/ [dostęp: 25.02.2025].
- Pionierki. Maria Skłodowska-Curie, <https://www.europeana.eu/pl/exhibitions/pioneers/maria-sklodowska-curie> [dostęp: 25.02.2025].
- Początki kolejnictwa, <https://www.national-geographic.pl/nauka/poczatki-kolejnictwa> [dostęp: 21.10.2024].
- Pomykalski A., *Zarządzanie innowacjami*, PWN, Warszawa 2011.
- Portal sztucznej inteligencji, <https://www.gov.pl/web/ai/czym-jest-sztuczna-inteligencja2> [dostęp: 27.02.2025].
- Porter M.E., *The Competitive Advantage of Nations*, The Macmillan Press LTD, London 1990.
- Prystrom J., *Innowacje w procesie rozwoju gospodarczego. Istota i uwarunkowania*, Difin, Warszawa 2012.
- Prystrom J., *Wybrane problemy monitorowania innowacyjności gospodarek krajów UE*, PTE. Oddział w Białymstoku, Białystok, 2018.
- Przyszłość technologii – jakie są najważniejsze trendy i prognozy?, <https://poradnikinzyniera.pl/przyszlosc-technologiei-jakie-sa-najwazniejsze-trendy-i-prognozy/> [dostęp: 26.02.2025].

- Raport roczny 2007. *Annual report*, 90. Jubileusz Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2007.
- Reesa J., *Industrializacja i urbanizacja w Stanach Zjednoczonych, 1880–1929*, <https://oxfordre.com/americanhistory/display/10.1093/acrefore/9780199329175.001.0001/acrefore-9780199329175-e-327> [dostęp: 13.11.2024].
- Rewolucja przemysłowa sprawiła, że rozwój naszej cywilizacji nabrał tempa. Ma też jednak poważne minusy, <https://www.national-geographic.pl/historia/rewolucja-przemyslowa-jak-zmienila-swiat-i-wplynela-na-rozwoj-gospodarczy> [dostęp: 16.10.2024].
- Rewolucja przemysłowa w Anglii w XVIII i XIX w., <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DchLPg7D7> [dostęp: 18.10.2024].
- Richard Feynman, https://ksiegarnia.pwn.pl/autor/Richard=-P.-Feynman,a72581972,?srsltid=AfmBOoq865U5nulgQQGF-Q1wAsrpOJlUasY_Cbm5xR1DqKDSJobj5DN9 [dostęp: 26.02.2025].
- Robert Fulton, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Fulton-Robert;3903168.html> [dostęp: 13.11.2024].
- Robert Oppenheimer – wybitny fizyk i pacyfista, który został ojcem bomby atomowej. Jak do tego doszło?, <https://www.national-geographic.pl/historia/oppenheimer-wybitny-fizyk-i-pacyfista-ktory-zostal-ojcem-bomby-atomowej-jak-do-tego-doszlo/> [dostęp: 26.02.2025].
- Rogers E.M., *Diffusion of innovations*, Free Press, Nowy Jork 2003.
- Rocznica pierwszego patentu wydanego w Stanach Zjednoczonych, <https://www.govinfo.gov/features/anniversary-first-patent> [dostęp: 20.02.2025].
- Rutkowska M., Pakulska J., *Ekoinnowacje jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 47/3, 2020.
- Schumpeter J.A., *Teoria wzrostu gospodarczego*, PWN, Warszawa 1960.
- Sikorski Igor, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Sikorski-Igor-I;3975173.html> [dostęp: 19.03.2025].
- Silverberg G., Soete L., *The Economics of Growth and Technical Change*, E. Elgar, Brookfield 1994.
- Sir Alexander Fleming. *Biographical*, <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1945/fleming/biographical> [dostęp: 17.03.2025].
- Sir Tim Berners-Lee, <https://webfoundation.org/about/sir-tim-berners-lee> [dostęp: 9.03.2025].
- Spruch W., *Strategia postępu technicznego. Wstęp do teorii*, PWN, Warszawa 1976.

- Statki historyczne*, <https://www.statkihistoryczne.pl/68-karawela> [dostęp: 09.10.2024].
- Stawasz E., *Innowacje a mała firma*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1999.
- Stephenson George, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Stephenson-George;3979578.html> [dostęp: 26.02.2025].
- Steve Jobs. *Biografia człowieka w golfie*, <https://www.newsweek.pl/steve-jobs-czlowiek-w-golfie-biografia-stevea-jobsa/zb2e09d> [dostęp: 17.03.2025].
- Superkomputer II wojny światowej, https://www.bbc.co.uk/polish/scitech/story/2004/06/040601_colossus.shtml [dostęp: 03.12.2024].
- Śliwińska-Słomska I., *Jedna z najskuteczniejszych broni średniowiecza była nazywana „narzędziem Szatana”*, <https://historia.wprost.pl/10697155/2/kusza-jedna-z-najskuteczniejszych-broni-sredniowiecza-byla-nazywana-narzedziem-szatana.html> [dostęp: 09.10.2024].
- Średniowiecze, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/sredniowiecze;4019675.html> [dostęp: 09.10.2024].
- Taczki, koło garncarskie, kołowrotek – wiesz kto i kiedy je wynalazł? Fakty mogą cię zaskoczyć, <https://www.national-geographic.pl/historia/taczki-kolo-garncarskie-kolowrotek-wiesz-kto-i-kiedy-je-wynalazl-fakty-moga-cie-zaskoczyc> [dostęp: 09.10.2024].
- Technika w XX wieku, <https://encyklopedia.pwn.pl/materialy-dodatkowe/haslo/Technika-w-XX-w.;448865.html> [dostęp: 20.11.2024].
- Telegraf Morse’a, <https://ruj.uj.edu.pl/server/api/core/bitstreams/213d2964-676e-4aac-a89b-fba489e0974f/content> [dostęp: 13.11.2024].
- The History of the Jet Engine*, <https://www.flightlineweekly.com/post/2018/05/07/the-history-of-the-jet-engine> [dostęp: 19.03.2025].
- Trolle patentowe zastrzegają cudze nazwy firm. Jak mogą się bronić?, <https://wzoryprzemyslowe-blog.pl/trolle-patentowe-kradna-marki> [dostęp: 20.02.2025].
- Trzecia rewolucja przemysłowa, <https://www.martech-hs.pl/trzecia-rewolucja-przemyslowa> [dostęp: 18.11.2024].
- Walajewska A., Klepacki B., *Historia powstania i wykorzystanie Internetu*, „Ekonomika i Organizacja Logistyki” 2(3), 2017.
- Watt James, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/watt-james;3994317.html> [dostęp: 18.10.2024].
- Werner von Braun, <https://www.nasa.gov/people/wernher-von-braun> [dostęp: 26.02.2025].

- What Alan Turing means to us?*, <http://www.turing.ac.uk/blog/what-alan-turing-means-us> [dostęp: 28.02.2025].
- Who was Ibn al-Haytham*, <https://www.ibnalhaytham.com/discover/who-was-ibn-al-haytham> [dostęp: 26.02.2025].
- Włusek A., *Czy wiesz, że muzułmanin Al-Jazari tworzył średniowieczne roboty?*, <https://history-kon.pl/czy-wiesz-ze-muzulmanin-al-jazari-tworzyl-sredniowieczne-roboty> [dostęp: 14.01.2025].
- Wojnicka E., *Popytowe podejście do innowacji – charakterystyka koncepcji*, PARP, Warszawa 2011, http://pi.gov.pl/PARPFiles/file/INNOWACYJNA_FIRMA/KIP/Prezentacje/E_Wojnicka%281%29.pdf [dostęp: 08.09.2017].
- Woźniak T., *Innowacyjność w ujęciu podmiotowym, Uwarunkowania instytucjonalne*, PWE, Warszawa 2012.
- Wynalazki XVIII w. zrewolucjonizowały świat. Pamiętasz, kto za nimi stoi?*, <https://www.national-geographic.pl/historia/wynalazki-xviii-wieku-zrewolucjonizowaly-swiat-pamietasz-kto-za-nimi-stoi-230728102324> [dostęp: 21.10.2024].
- Założyciel firmy Ford: historia Henry'ego Forda*, <https://www.ford.pl/swiat-forda/ford-blog/zalozyciel-firmy#> [dostęp: 20.11.2024].
- Zamorska K., *Pięć rewolucji przemysłowych – przyczyny, przebieg i skutki (ujęcie historyczno-analityczne)*, „Studia BAS” 3(63), 2020.
- Zaprzalska A., *Historia systemu ochrony patentowej na świecie*, <https://aomb.pl/blog/historia-systemu-ochrony-patentowej-na-swiecie> [dostęp: 22.01.2025].
- Zawidzki J., *Chemia nieorganiczna*, t. 2, Wydawnictwo Kasy im. Mianowskiego, Instytutu Popierania Nauki, Warszawa 1936.
- Żejmo M., *Istota przemian industrialnych w XIX wieku*, „Studia Gdańskie. Wizje i rzeczywistość” XII, 2015, <https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-ca6ece58-735c-4d05-bbde-7b3fed20a161/c/169-178-Zejmo-Istota.pdf> [dostęp: 14.11.2024].

Wykaz rysunków i tabel

Rysunek 1. Rozwój modelu innowacji	23
Rysunek 2. Ewolucja modelu innowacji	24
Rysunek 3. Innowacje starożytności	43
Rysunek 4. Średniowieczne innowacje	46
Rysunek 5. Kluczowe innowacje i technologie rewolucji przemysłowej	57
Rysunek 6. Ważniejsze innowacje z okresu pierwszej i drugiej rewolucji przemysłowej	66
Rysunek 7. Kluczowe etapy i przykłady innowacji współczesności.	70
Rysunek 8. Rozwój internetu	80
Rysunek 9. Pierwszy amerykański patent z 1790 r.	94
Rysunek 10. Związek patentów z historią innowacji	99
Rysunek 11. Kluczowe kryteria wyboru sylwetek innowatorów w ujęciu historycznym	104

Rysunek 12. Sylwetki wybranych innowatorów, którzy znacząco wpisali się w historię innowacji	113
Rysunek 13. „DNA innowacji”	124
Rysunek 14. Kluczowe trendy w rozwoju innowacji.	126
Rysunek 15. Składowe „DNA innowacji” przyszłości	130
Tabela 1. Przegląd definicji innowacji w literaturze światowej	14
Tabela 2. Ewolucja państwowej polityki wobec sfery nauki i techniki w krajach wysoko rozwiniętych	34
Tabela 3. Historia najważniejszych kamieni milowych w historii amerykańskiego systemu patentowego	95
Tabela 4. Kluczowe etapy rozwoju systemów patentowych	98
Tabela 5. Wybrani innowatorzy współczesności, którzy wpłynęli na rozwój świata	118

Pozycję należy uznać za ciekawą i pożądaną, ujmującą syntetycznie rolę i znaczenie szeroko definiowanych innowacji i procesów innowacyjnych w procesach gospodarczych na przestrzeni wieków.

Z recenzji prof. dr. hab. Piotra Niedzielskiego (US)

Monografia stanowi ambitne, przekrojowe i interdyscyplinarne opracowanie poświęcone historii innowacji, ewolucji, współczesnym uwarunkowaniom oraz przyszłym kierunkom rozwoju innowacji. Autorka podejmuje temat o wysokiej wartości poznawczej oraz dużej aktualności dla nauk o zarządzaniu, ekonomii, polityk publicznych i studiów nad rozwojem.

Z recenzji dr hab. Katarzyny Czerewacz-Filipowicz, prof. PB

ISBN: 978-83-7431-861-7