

---

# 1. Robotyzacja i automatyzacja w dobie Przemysłu 4.0

---

## 1.1. Rewolucje przemysłowe

Występujące na świecie procesy zmian politycznych, technologicznych, gospodarczych, społecznych i kulturowych określane są mianem rewolucji, zwłaszcza jeśli zmiany te mają zasięg międzynarodowy lub globalny. Przykładem może być tutaj Wielka Rewolucja Francuska (lata 1789–1799), w wyniku której doszło we Francji do głębokich zmian polityczno-społecznych i obalenia monarchii Burbonów. Tego rodzaju gwałtowne zmiany są z reguły związane z niezadowoleniem społeczeństwa, które wynika najczęściej z trudnej sytuacji ekonomicznej państwa. Wymusza to konieczność wprowadzania kolejnych podatków i prowadzi do jeszcze większego niezadowolenia obywateli. W rezultacie następuje przełom, który zastępuje istniejący układ nowym ładem.

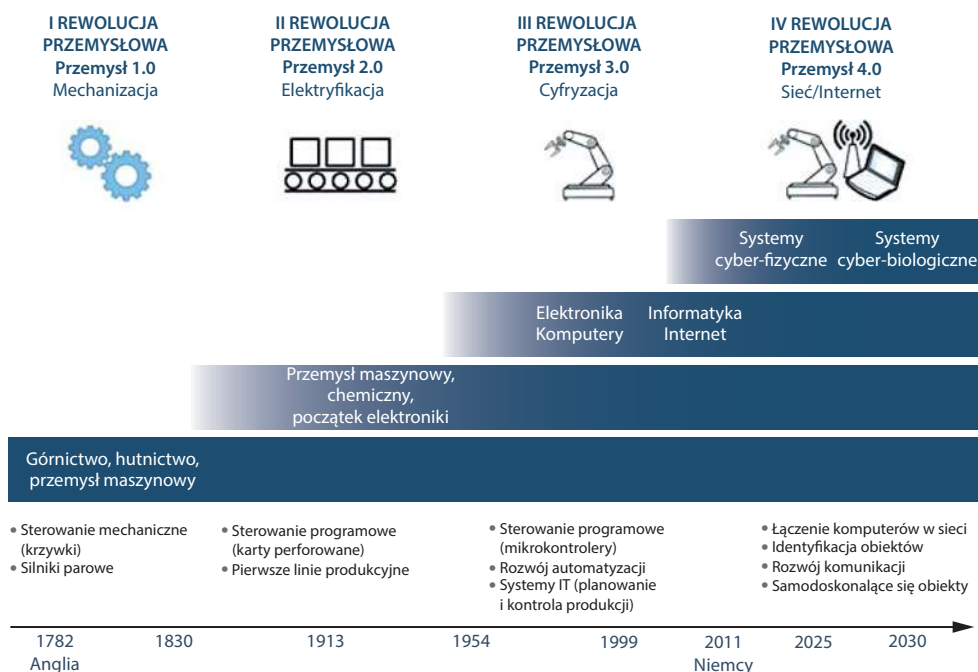
Inaczej problem wygląda w przypadku gwałtownego rozwoju technologiczno-gospodarczego. Rozwój taki ma znaczący wpływ na uwarunkowania społeczne i kulturę, a dużo mniejszy lub znikomy na zmiany polityczne. „Kroki milowe” takich zmian nazywamy rewolucjami przemysłowymi. Zasadniczo można powiedzieć, iż wszystkie te kroki mają na celu wsparcie człowieka w procesie produkcyjnym. Niemal wszystkie publikacje związane z rozwojem technologiczno-gospodarczym wymieniają dzisiaj cztery duże rewolucje przemysłowe (rys. 1.1) [1]:

- **I rewolucję przemysłową** (koniec XVIII w.) – związaną z wykorzystaniem wody i pary. Przełom technologiczny w tym przypadku wiązał się przede wszystkim z odciążeniem pracowników przez maszyny, choć nadal musieli oni wkładać wiele wysiłku w prawidłową i efektywną pracę maszyn. Sterowanie maszynami odbywało się mechanicznie, za pomocą krzywek.
- **II rewolucję przemysłową** (przełom XIX i XX w.) – spowodowaną powszechnym użytkowaniem elektryczności i wynalezieniem linii produkcyjnej

z możliwością optymalizacji procesów produkcyjnych. Sterowanie maszynami odbywało się z użyciem kart perforowanych, a więc zwiększono elastyczność produkcji.

- **III rewolucję przemysłową** (lata 70. XX w.) – wynikłą z wykorzystania komputerów i wprowadzenia automatyzacji produkcji, a więc pojawienia się mechanizmów automatyki przemysłowej. Do sterowania maszynami zastosowano mikrokontrolery.
- **IV rewolucję przemysłową** (XXI w.) – związaną m.in. z przewodową i bezprzewodową wymianą danych pomiędzy maszynami oraz bliską współpracą człowieka z maszyną. Wprowadzenie standardów internetowych umożliwiło szybką wymianę dużej ilości danych, a użycie sztucznej inteligencji – łatwe dostosowanie produkcji do istniejących potrzeb.

Czwartą rewolucję przemysłową (Przemysł 4.0, ang. *Industry 4.0*) zapoczątkowała cyfryzacja, która jest obecna we wszystkich sferach naszego życia i jest konsekwencją zmieniających się potrzeb człowieka. Potrzeby te mają zasadniczy wpływ na rodzaj wytwarzanych dóbr i sposób ich produkcji. Przy czym myślą



Rys. 1.1. Cztery rewolucje przemysłowe

przewodnią jest tutaj zwiększenie wydajności produkcji, które jest motorem poszukiwania coraz bardziej zaawansowanych technologii (np. wirtualna i rozszerzona rzeczywistość, druk 3D) i systemów produkcyjnych (np. planowanie zasobów przedsiębiorstwa, ang. *Enterprise Resource Planning* – ERP, metoda elementów skończonych, ang. *Manufacturing Execution System* – MES, komputerowy system zarządzania utrzymaniem ruchu, ang. *Computerised Maintenance Management System* – CMMS, czy magazynowy system informatyczny, ang. *Warehouse Management System* – WMS).

## 1.2. Idea przemysłu 4.0

Termin Przemysł 4.0 (ang. *Industry 4.0*, niem. *Industrie 4.0*) po raz pierwszy oficjalnie pojawił się podczas spotkań branżowych i na prezentacjach dotyczących przyszłości przemysłu na Targach Hannover Messe w 2011 roku. Niemniej jednak początki posługiwania się tym terminem sięgają 2010 roku, kiedy to rząd niemiecki zlecił grupie roboczej reprezentantów niemieckiego biznesu, przemysłu i nauki sporządzenie raportu dotyczącego rozpoznania i analizy nadchodzących przełomowych zmian o strategicznym znaczeniu dla gospodarki Niemiec. Raport, przedstawiający rekomendacje dotyczące wdrożenia strategicznego programu „INDUSTRIE 4.0”, został opublikowany w 2013 roku. Potwierdzeniem istotności podjętych w Niemczech kwestii związanych z czwartą rewolucją przemysłową jest fakt, iż pozostałe kraje (zwłaszcza będące potęgami światowymi w produkcji dóbr) również traktują je priorytetowo. Przykładami mogą być programy: „Advanced Manufacturing” – program opracowany w Stanach Zjednoczonych, „Made in China 2025” – program Chiński, oraz „Smart Nation” – inicjatywa uruchomiona w Singapurze.

Przemysł 4.0 jest pojęciem bardzo ogólnym, które zawiera w sobie takie określenia jak: rozwój maszyn (zwłaszcza robotów i cobotów<sup>1</sup>), szeroko rozumianą integrację maszyn i systemów oraz integrację technologii informatycznych (IT) z technologiami operacyjnymi (OT), personalizację wyrobów, a co za tym idzie krótkie serie produkcyjne, krótki cykl wytwarzania, zwiększony asortyment produktów, krótki cykl życia produktów, a przy tym wszystkim wysoką produktywność, elastyczność zmian asortymentu i precyzję jego wykonania. Co ważniejsze, Przemysł 4.0 dotyczy nie tylko technologii, ale też nowych sposobów pracy i roli ludzi w przemyśle.

---

<sup>1</sup> Cobot – robot współpracujący. Określenie pochodzi z języka angielskiego, ang. *collaborative robot*, i jest powszechnie przyjęte w odniesieniu do robotów przeznaczonych do współpracy i interakcji z człowiekiem w określonej, wspólnej przestrzeni w bliskiej odległości.