

Załącznik nr 1

Elementy strategii realizacji polityki przemysłowej prowadzącej do budowy COP 2

W ramach opracowywania zintegrowanej strategii realizacji polityki przemysłowej prowadzącej do budowy COP 2 uwzględnione powinny być będą następujące elementy składowe strategii:

1. Inwestycje w infrastrukturę i technologie przemysłu 4.0/5.0¹:

- **Rozwój i modernizacja infrastruktury:** Stworzenie i rozwój nowoczesnych parków technologicznych, inkubatorów przedsiębiorczości oraz laboratoriów badawczo-rozwojowych (R&D), w których rozwijane są wdrażane nowe technologie Przemysł 4.0/5.0².
- **Wsparcie dla implementacji technologii:** Finansowanie i wspieranie implementacji technologii takich jak generatywna sztuczna inteligencja, uczące się maszyny³, głębokie uczenie, sztuczne sieci neuronowe, Big Data Analytics, Internet rzeczy (IoT), Blockchain i inne⁴.
- **Centra doskonałości:** Tworzenie centrów doskonałości (CoE) dla Przemysłu 4.0, które będą wspierały rozwój innowacji i transfer technologii do przemysłu⁵.

2. Stymulowanie innowacji i wspieranie technologicznych start-upów⁶:

- **Programy grantowe i dotacje:** Tworzenie programów grantowych i dotacji dla innowacyjnych, technologicznych start-upów oraz małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP).
- **Inkubatory technologiczne:** Rozwój inkubatorów technologicznych, które oferują wsparcie techniczne, finansowe i mentoringowe dla nowo powstałych firm.

¹ J. Kowalski, *Reindustrializacja gospodarki polskiej w kontekście Przemysłu 4.0*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.

² J. Lee, B. Bagheri (2015). *Cyber-Physical Systems in Industry 4.0: A Review* (w:) "Procedia CIRP", Vol. 50, s. 5-10. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115001026>).

³ Y. Zhao, Z. Wang (2020). *Machine learning for predictive maintenance in manufacturing: A survey* (w:) "Computers & Industrial Engineering", Vol. 148, s. 106-118. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835219306416>).

⁴ T. Zieliński, *Zastosowania AI i Big Data w przemyśle*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2023.

⁵ J. R. Dufloy, G. Seliger (2021). *Industry 4.0: Towards Smart Manufacturing* (w:) "Procedia CIRP", Vol. 90, s. 138-143. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121000315>).

⁶ A Nowak, *Innowacje technologiczne w polskim przemyśle*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2022.

- **Programy akceleracyjne: Uruchomienie programów akceleracyjnych dla start-upów zajmujących się nowymi technologiami, oferujących wsparcie finansowe, mentoring i dostęp do sieci kontaktów⁷.**
- **Współpraca z uczelniami:** Promowanie współpracy między uczelniami a przemysłem w celu transferu technologii i wiedzy.

3. Rozwój kapitału ludzkiego:

- **Edukacja i szkolenia:** Wdrażanie programów edukacyjnych i szkoleniowych w zakresie nowych technologii ICT⁸, AI, IoT, Blockchain, Big Data Analytics i innych.
- **Partnerstwa edukacyjne:** Tworzenie partnerstw z uczelniami, instytucjami edukacyjnymi i firmami technologicznymi w celu kształcenia wysoko wykwalifikowanych specjalistów⁹.
- **Programy stażowe i praktyki:** Wspieranie programów stażowych i praktyk w firmach technologicznych i przemysłowych.

4. Wsparcie finansowe i podatkowe:

- **Ulgi podatkowe:** Wprowadzenie ulg podatkowych dla firm inwestujących w badania i rozwój (R&D) oraz technologie Przemysłu 4.0/5.0¹⁰.
- **Kredyty i pożyczki preferencyjne:** Oferowanie preferencyjnych kredytów i pożyczek dla przedsiębiorstw wdrażających nowe technologie.
- **Fundusze venture capital:** Tworzenie i rozwijanie funduszy venture capital dedykowanych inwestycjom w sektor technologiczny i przemysłowy.

5. Regulacje i polityki wspierające innowacje¹¹:

- **Ramy regulacyjne:** Opracowanie i wdrożenie ram regulacyjnych, które sprzyjają innowacjom i adaptacji nowych technologii.
- **Standaryzacja:** Wdrażanie standardów i norm technologicznych zgodnych z międzynarodowymi wytycznymi, co ułatwi współpracę i integrację na globalnym rynku.

6. Promocja i internacjonalizacja:

⁷ H. Chesbrough (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* (w:) Harvard Business Review Press. Retrieved from (<https://www.hbr.org/book/open-innovation>).

⁸ M. Wójcik, *Rozwój ICT w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Warszawa 2020.

⁹ M. Miozzo, L. Soete (2010). *Innovation, Industrial R&D and the Role of the Government in the Knowledge Economy* (w:) "Technovation", Vol. 30, Issues 2-3, s. 98-105. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497210000282>).

¹⁰ H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig, (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0.*, National Academy of Science and Engineering. (https://en.acatech.de/wp-content/uploads/sites/6/2018/03/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf).

¹¹ A. Nowak, *Innowacje technologiczne w polskim przemyśle*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2022.

- **Promocja na rynkach zagranicznych:** Wspieranie promocji polskich firm technologicznych i przemysłowych na rynkach międzynarodowych.
 - **Współpraca międzynarodowa:** Tworzenie partnerstw międzynarodowych w zakresie badań, rozwoju i wdrażania nowych technologii.
 - **Udział w międzynarodowych targach i wystawach:** Organizacja i udział w międzynarodowych targach, wystawach i konferencjach branżowych.
7. **Cyfryzacja przemysłu¹². Innowacyjne modele biznesowe i platformy przemysłowe:**
- **Innowacyjne modele biznesowe i platformy przemysłowe:** Tworzenie i rozwijanie platform cyfrowych, które integrują różne aspekty produkcji, zarządzania łańcuchem dostaw i analizy danych¹³.
 - **Przemysłowy internet rzeczy (IIoT):** Wdrażanie rozwiązań IIoT w fabrykach i zakładach produkcyjnych w celu monitorowania, analizy i optymalizacji procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym¹⁴.
 - **Cyfrowe bliźniaki:** Implementacja technologii cyfrowych bliźniaków do tworzenia wirtualnych kopii fizycznych obiektów i procesów, w tym procesów przemysłowych, co umożliwia dokładniejsze planowanie, symulacje i przewidywanie awarii¹⁵.
8. **Rozwój odnawialnej i bezemisyjnej taniej energii:**
- **Ekologiczne innowacje:** Wspieranie rozwoju technologii przyjaznych środowisku, takich jak odnawialne źródła energii, technologie redukujące emisję CO₂, recykling oraz gospodarka o obiegu zamkniętym.
 - **Energooszczędność:** Promowanie i wdrażanie rozwiązań energooszczędnych w przemyśle, w tym inteligentne zarządzanie energią i systemy magazynowania energii.
9. **Bezpieczeństwo cyfrowe. Cyberbezpieczeństwo i ochrona danych:**
- **Cyberbezpieczeństwo:** Inwestowanie w technologie i systemy zapewniające wysoki poziom bezpieczeństwa cyfrowego dla przedsiębiorstw przemysłowych, w tym ochrona przed cyberatakami, kradzieżą danych i sabotowaniem procesów produkcyjnych¹⁶.

¹² M. Wójcik (red.), *Rozwój technologii informacyjnych i teleinformatycznych w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2020.

¹³ A. Gawer, M. A. Cusumano (2014). *Platforms and Innovation*. MIT Sloan Management Review. (<https://sloanreview.mit.edu/article/platforms-and-innovation>).

¹⁴ S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer, D. Gorecky, (2015). *Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems*. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 579-584. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315006612>).

¹⁵ B. Li, Y. Liu, S. Zheng (2021). *Digital Twin and its Applications in Industry: A Review* (w:) "Journal of Manufacturing Processes", Vol. 67, s. 532-547. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612520301801>).

¹⁶ E. Bertino, R. Sandhu (2005). *Database Security - Concepts, Approaches, and Challenges* (w:) "IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering", Vol. 13, Issue 1, pp. 6-19. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/1313777>).

Rozwój zaawansowanych systemów zabezpieczeń, które chronią przed atakami cybernetycznymi, wykorzystując najnowsze technologie szyfrowania i autoryzacji¹⁷.

- **Systemy zarządzania ryzykiem ataków cyberprzestępczych:** Implementacja systemów zarządzania ryzykiem ataków cyberprzestępczych, które analizują potencjalne zagrożenia i rekomendują środki zaradcze na podstawie danych w czasie rzeczywistym¹⁸.
- **Szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa:** Organizacja regularnych szkoleń i kampanii edukacyjnych dla pracowników w zakresie najlepszych praktyk związanych z cyberbezpieczeństwem. Regularne szkolenia dla pracowników w zakresie najlepszych praktyk związanych z cyberbezpieczeństwem oraz zarządzaniem danymi¹⁹.
- **Zabezpieczenie przemysłowych systemów sterowania:** Implementacja zaawansowanych systemów zabezpieczeń dla ochrony przemysłowych systemów sterowania i infrastruktury krytycznej przed cyberatakami²⁰.

10. Rozwój ekosystemów innowacji i klastrów przemysłowych²¹:

- **Klastry technologiczne i innowacji:** Tworzenie klastrów technologicznych i klastrów innowacji, które łączą przedsiębiorstwa, instytucje badawcze i uczelnie w celu wspierania współpracy, wymiany wiedzy i realizacji wspólnych projektów badawczo-rozwojowych²².
- **Platformy i ekosystemy innowacji:** Tworzenie cyfrowych platform i instytucjonalnych ekosystemów innowacji umożliwiających współpracę między różnymi podmiotami oraz szybkie prototypowanie i testowanie nowych rozwiązań technologicznych.
- **Regionalne centra technologiczne:** Rozwój regionalnych centrów technologicznych, które będą oferować wsparcie dla lokalnych przedsiębiorstw w zakresie wdrażania nowych technologii.

11. Inteligentne systemy produkcji. Integracja inteligentnych systemów w produkcji²³:

¹⁷ W. Stallings, L. Brown (2017). *Computer Security: Principles and Practice*. Pearson.

(<https://www.pearson.com/store/p/computer-security-principles-and-practice/P100000903322>).

¹⁸ A. Kott, I. Linkov (2019). *Cyber Resilience of Systems and Networks*. Springer.

(<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-20166-6>).

¹⁹ H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham, T. Watson (2018). *The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework* (w:) "Computers in Industry", nr 101, s. 1-12.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518304289>).

²⁰ P. W. Singer, A. Friedman (2014). *Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know*. Oxford University Press. (<https://global.oup.com/academic/product/cybersecurity-and-cyberwar-9780199918119>).

²¹ M. E. Porter (2000). *Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy* (w:) "Economic Development Quarterly", Vol. 14, nr 1, s. 15-34. (<https://doi.org/10.1177/089124240001400105>).

²² M. E. Porter (1998). *Clusters and the New Economics of Competition* (w:) "Harvard Business Review", Vol. 76, Issue 6, s. 77-90. (<https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>).

²³ T. Zieliński, *Zastosowanie AI i Big Data w przemyśle*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2023.

- **Automatyzacja i robotyzacja:** Wdrażanie zaawansowanych systemów automatyzacji i robotyzacji w procesach produkcyjnych w celu zwiększenia wydajności i jakości produkcji²⁴.
- **Inteligentne zarządzanie produkcją:** Implementacja systemów zarządzania produkcją opartych na sztucznej inteligencji i Big Data, które optymalizują zasoby, harmonogramy i dostawy²⁵.
- **Systemy cyber-fizyczne (CPS):** Implementacja CPS do monitorowania i sterowania procesami produkcyjnymi w czasie rzeczywistym, co zwiększa efektywność i elastyczność produkcji.
- **Technologie edge computing:** Wykorzystanie edge computing do przetwarzania danych bezpośrednio na urządzeniach produkcyjnych, minimalizując opóźnienia i zwiększając responsywność systemów²⁶.
- **Zastosowanie sztucznej inteligencji w przemysłowych procesach decyzyjnych. Autonomiczne decyzje AI:** Stworzenie systemów AI, które będą podejmować autonomiczne decyzje produkcyjne w oparciu o analizę danych w czasie rzeczywistym²⁷.
- **Optymalizacja zużycia energii w procesach wytwórczych:** Zastosowanie AI do optymalizacji zużycia energii w zakładach przemysłowych, co przyczyni się do obniżenia kosztów operacyjnych i poprawy efektywności energetycznej²⁸.

12. Wprowadzenie wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR) w produkcji²⁹:

- **Szkolenia i symulacje:** Wykorzystanie VR i AR do szkoleń i symulacji w środowisku przemysłowym, co zwiększa efektywność szkolenia pracowników³⁰.

²⁴ M. Rübmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group. (https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries).

²⁵ Y. Gou, M. Li (2020). *Artificial Intelligence in Industrial Monitoring and Optimization: A Review* (w:) "Journal of Process Control", Vol. 91, s. 1-12. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959152419303026>).

²⁶ J. Lee, B. Bagheri, H. A. Kao (2015). *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems* (w:) "Manufacturing Letters", nr 3, s. 18-23. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221384631400025X>).

²⁷ S. Russell, P. Norvig (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall. (<https://www.pearson.com/store/p/artificial-intelligence-a-modern-approach/P100000647503>).

²⁸ E. Mocanu, P. H. Nguyen, M. Gibescu, W. L. Kling, (2018). *Deep Learning for Energy Consumption Optimization in Smart Grids* (w:) "IEEE Transactions on Smart Grid", Vol. 9, Issue 4, s. 3190-3201. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/7915665>).

²⁹ J. Baird, K. Renaud (2020). *Augmented Reality and Virtual Reality in Industry 4.0* (w:) "Journal of Manufacturing Science and Engineering", Vol. 142, Issue 3, s. 1-10. (<https://asmedigitalcollection.asme.org/manufacturingscience/article/142/3/031011/47310/Augmented-Reality-and-Virtual-Reality-in-Industry>).

³⁰ J. Bacca, S. Baldiris, J. Fernandez, (2018). *Augmented Reality and Virtual Reality in Industry 4.0: A Review* (w:) "IEEE Access", Vol. 6, s. 1328-1340. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8291331>).

- **Wsparcie serwisowe i utrzymanie ruchu: Zastosowanie AR do wsparcia w zakresie konserwacji i naprawy maszyn poprzez wyświetlanie informacji bezpośrednio w polu widzenia techników.** Zastosowanie AR do wsparcia serwisowego i utrzymania maszyn w czasie rzeczywistym.

13. Wykorzystanie chmurowych rozwiązań obliczeniowych. Infrastruktura cyfrowa i chmurowa dla Przemysłu 4.0/5.0. Zastosowanie chmury obliczeniowej w doskonaleniu procesów produkcji³¹:

- **Rozwój infrastruktury chmurowej: Budowa i rozwój chmurowych platform obliczeniowych umożliwiających skalowalne przetwarzanie danych i przechowywanie informacji, co jest kluczowe dla implementacji Przemysłu 4.0/5.0.**
- **Zarządzanie wirtualnymi zasobami: Implementacja systemów do zarządzania wirtualnymi zasobami i wirtualizacją w celu optymalizacji wykorzystania infrastruktury IT³².**
- **Optymalizacja operacji: Zastosowanie chmury obliczeniowej do zarządzania i optymalizacji procesów produkcyjnych oraz analizowania dużych zbiorów danych.**
- **Elastyczność i skalowalność: Implementacja chmurowych rozwiązań dla zwiększenia elastyczności i skalowalności infrastruktury IT w przemyśle.**

14. Rozwój technologii quantum computing:

- **Badania nad technologiami kwantowymi:** Inwestowanie w badania i rozwój technologii kwantowych, które mają potencjał do rewolucjonizowania przemysłu dzięki ogromnym możliwościom obliczeniowym.
- **Infrastruktura kwantowa:** Tworzenie infrastruktury i laboratoriów specjalizujących się w technologii kwantowej oraz rozwijanie współpracy międzynarodowej w tym zakresie.

15. Wzmocnienie ekosystemu startupowego³³:

³¹ M. Armbrust, et al. (2010). *A View of Cloud Computing* (w:) "Communications of the ACM", Vol. 53, No. 4, s. 50-58. (<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1721654.1721672>).

³² Z. Pang, X. Xu (2022). *Cloud computing and digital infrastructure for Industry 4.0: A comprehensive review* (w:) "Future Generation Computer Systems", Vol. 128, s. 151-162. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X21002168>).

³³ R. Brown, C. Mason, (2017). *Looking inside the spiky bits: A critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems* (w:) "Small Business Economics", nr 49(1), s. 11-30. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-017-9865-7>).

- **Inkubatory i akceleratory technologiczne: Rozwój regionalnych inkubatorów i akceleratorów technologicznych wspierających startupy, zwłaszcza w obszarze technologii ICT i Przemysłu 4.0/5.0.**
- **Finansowanie i wsparcie prawne: Zapewnienie dostępu do finansowania poprzez fundusze venture capital oraz wsparcie prawne dla startupów technologicznych, ułatwiające zakładanie i rozwój firm.**

16. Edukacja i szkolenia w zakresie nowych technologii. Wspieranie rozwoju kompetencji cyfrowych³⁴:

- **Programy edukacyjne: Wprowadzenie programów edukacyjnych na wszystkich poziomach szkolnictwa, koncentrujących się na technologii AI, Big Data, Blockchain, IoT³⁵ i innych kluczowych technologiach Przemysłu 4.0/5.0³⁶.** Rozwój programów edukacyjnych i szkoleń w zakresie nowych technologii dla pracowników przemysłu oraz studentów.
- **Szkolenia dla pracowników: Organizowanie specjalistycznych szkoleń i kursów dla pracowników przemysłowych, aby umożliwić im zdobycie kompetencji niezbędnych do pracy z nowymi technologiami³⁷.**
- **Współpraca z uczelniami:** Partnerstwo z uczelniami wyższymi i instytutami badawczymi w celu stworzenia programów nauczania dostosowanych do potrzeb rynku pracy w dziedzinie technologii i innowacji³⁸.
- **Certyfikacje:** Wprowadzenie systemów certyfikacji dla umiejętności związanych z technologiami Przemysł 4.0/5.0³⁹.

17. Wspieranie badań i rozwoju (R&D)⁴⁰:

³⁴ J. Bughin, E. Hazan, S. Lund, P. Dahlström, A. Wiesinger, A. Subramaniam, (2018). *Skill shift: Automation and the future of the workforce*. McKinsey Global Institute. (<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce>).

³⁵ E. Kaczmarek, *Blockchain i IoT we współczesnym przemyśle*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2021.

³⁶ F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, H. Kohl (2016). *Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0* (w:) "Procedia CIRP", Vol. 54, s. 1-6. (<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>).

³⁷ B. Choi, H. Lee (2019). *An Overview of the Emerging Digital Skills Needs: The Role of Industry 4.0 Technologies* (w:) "Computers & Education", nr 139, s. 142-152. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519301214>).

³⁸ C. B. Frey, M. A. Osborne (2017). *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* (w:) "Technological Forecasting and Social Change", nr 114, s. 254-280. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516302244>).

³⁹ G. Q. Huang, C. Wei (2021). *Training and Skills Development in Industry 4.0: Current Trends and Future Directions* (w:) "Computers in Industry", Vol. 127, Article 103427. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361520302629>).

⁴⁰ H. Chesbrough, (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press. (https://books.google.pl/books?id=Izi7mArB0cC&dq=open+innovation&hl=pl&sa=X&ved=2ahUKEwih0M7u49PwAhXPh_0HHZn6D7wQ6AEwAHoECAkQA).

- **Centra badawczo-rozwojowe:** Tworzenie i wspieranie centrów R&D⁴¹ specjalizujących się w nowych technologiach, takich jak generatywna sztuczna inteligencja, sztuczne sieci neuronowe, uczące się maszyny i głębokie uczenie⁴².
- **Współpraca międzynarodowa:** Zwiększenie współpracy międzynarodowej w dziedzinie badań i rozwoju poprzez partnerstwa z wiodącymi ośrodkami naukowymi i technologicznymi na świecie.
- **Fundusze badawcze:** Tworzenie funduszy wspierających badania i rozwój w dziedzinie technologii informacyjno-teleinformatycznych (ICT) oraz Przemysłu 4.0/5.0⁴³.
- **Partnerstwa publiczno-prywatne:** Promowanie partnerstw między rządem, sektorem prywatnym i instytucjami badawczymi w celu realizacji wspólnych projektów badawczo-rozwojowych.

18. Zrównoważony rozwój i zielone technologie⁴⁴:

- **Zielone technologie:** Promowanie i wdrażanie zielonych technologii w przemyśle, w tym technologii energii odnawialnej, efektywności energetycznej i gospodarki o obiegu zamkniętym⁴⁵. Wdrażanie technologii produkcyjnych, które minimalizują wpływ na środowisko, takich jak technologie o niskiej emisji CO₂.
- **Eko-innowacje:** Wsparcie dla firm rozwijających eko-innowacje⁴⁶, które minimalizują negatywny wpływ na środowisko i promują zrównoważony rozwój. Wspieranie rozwoju technologii przyjaznych środowisku, takich jak odnawialne źródła energii, technologie redukujące emisję CO₂, recykling oraz gospodarka o obiegu zamkniętym⁴⁷.
- **Energooszczędność:** Promowanie i wdrażanie rozwiązań energooszczędnych w przemyśle, w tym inteligentne zarządzanie energią i systemy magazynowania energii.

⁴¹ J. Manyika, M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson, A. Marrs (2013). *Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, and the Global Economy*. McKinsey Global Institute. (<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies>).

⁴² Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton (2015). *Deep Learning* (w:) "Nature", Vol. 521, Issue 7553, s. 436-444. (<https://www.nature.com/articles/nature14539>).

⁴³ R. Veugelers (2016). *The Challenge of Creating Better Innovation Systems: The Case of Europe* (w:) "Industrial and Corporate Change", nr 25(5), s. 811-820. (<https://academic.oup.com/icc/article/25/5/811/2527558>).

⁴⁴ M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. Bocken, E. J. Hultink, (2017). *The Circular Economy - A new sustainability paradigm?* (w:) "Journal of Cleaner Production", nr 143, s. 757-768. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616321023>).

⁴⁵ K. Rennings (2000). *Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics* (w:) "Ecological Economics", nr 32(2), s. 319-332. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800999000123>).

⁴⁶ S. Cavallini, A. Miele (2022). *Eco-innovations and green technologies for sustainable industrial development: A review* (w:) "Journal of Cleaner Production", Vol. 338, Article 130555. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622000384>).

⁴⁷ R. Nidumolu, C. K. Prahalad, M. R. Rangaswami (2009). *Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation* (w:) "Harvard Business Review", nr 87(9), s. 56-64. (<https://hbr.org/2009/09/why-sustainability-is-now-the-key-driver-of-innovation>).

- **Odnawialne źródła energii w przemyśлах technologicznych:** Rozwój i zastosowanie odnawialnych źródeł energii (np. solarnej, wiatrowej) w zakładach przemysłowych.
- **Ekonomia cykularna:** Promowanie strategii gospodarki o obiegu zamkniętym poprzez recykling, ponowne wykorzystanie materiałów i minimalizację odpadów⁴⁸.

19. Rozwój infrastruktury technologicznej⁴⁹:

- **Infrastruktura cyfrowa: Modernizacja i rozbudowa krajowej infrastruktury cyfrowej,** aby zapewnić instytucjom publicznym oraz podmiotom gospodarczym i obywatelom szeroki dostęp do nowych technologii w całym kraju.
- **Szerokopasmowy Internet: Rozbudowa infrastruktury szerokopasmowego internetu** w celu zapewnienia powszechnego dostępu do sieci o wysokiej przepustowości, niezbędnej dla funkcjonowania nowoczesnych technologii Przemysłu 4.0/5.0⁵⁰.
- **Chmura obliczeniowa: Wdrożenie krajowej strategii chmury obliczeniowej,** aby zapewnić firmom łatwy dostęp do zasobów obliczeniowych i danych.
- **Platformy współpracy: Tworzenie cyfrowych platform współpracy,** które umożliwiają firmom i instytucjom wymianę wiedzy i zasobów.

20. Wspieranie technologii 5G i 6G⁵¹:

- **Szybka komunikacja: Wykorzystanie sieci 5G do zapewnienia szybkiej i niezawodnej komunikacji między urządzeniami IoT i systemami sterującymi⁵².**
- **Zwiększona przepustowość: Implementacja 5G w celu zwiększenia przepustowości i obniżenia opóźnień w systemach automatyzacji.**
- **Rozwój i wdrażanie sieci 5G: Inwestowanie w infrastrukturę sieci 5G, która jest kluczowa dla rozwoju Internetu Rzeczy (IoT) oraz inteligentnych systemów przemysłowych⁵³.**

⁴⁸ **Ellen MacArthur Foundation.** (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>).

⁴⁹ J. Manyika, M. Chui, P. Bisson, J. Woetzel, R. Dobbs, J. Bughin, D. Aharon, (2015). *Unlocking the potential of the Internet of Things*. McKinsey Global Institute. (<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>).

⁵⁰ **D. M. West** (2015). *Broadband: A Catalyst for Regional Economic Growth* (w:) *Brookings Institution*. (<https://www.brookings.edu/research/broadband-a-catalyst-for-regional-economic-growth>).

⁵¹ Z. Zhang, Y. Xiao, Z. Ma, M. Xiao, Z. Ding, X. Lei, K. Niu, (2019). *6G Wireless Networks: Vision, Requirements, Architecture, and Key Technologies* (w:) "IEEE Vehicular Technology Magazine", nr 14(3), s. 28-41. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8766143>).

⁵² **E. Dahlman, S. Parkvall, J. Skold** (2016). *5G Mobile and Wireless Communications Technology* (w:) "Cambridge University Press". (<https://www.cambridge.org/core/books/5g-mobile-and-wireless-communications-technology/5D45BF1E3B717B1D7F930B8BCE2C17E>).

- **Przygotowania do 6G: Prowadzenie badań nad technologią 6G, która w przyszłości zaoferuje jeszcze większą przepustowość i niższe opóźnienia, wspierając rozwój zaawansowanych technologii.**

21. Integracja systemów ERP z technologiami Przemysłu 4.0⁵⁴:

- **Integracja ERP z IoT i AI: Modernizacja systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP) poprzez integrację z technologiami IoT oraz AI w celu optymalizacji procesów produkcyjnych i logistyki⁵⁵.**
- **Automatyzacja zarządzania produkcją: Implementacja inteligentnych systemów zarządzania produkcją, które wykorzystują dane w czasie rzeczywistym do podejmowania decyzji⁵⁶.**

22. Rozwój przemysłu kosmicznego⁵⁷:

- **Wsparcie dla firm sektora kosmicznego: Tworzenie programów wsparcia dla firm zajmujących się technologiami kosmicznymi, w tym produkcją satelitów, technologii raketowych i systemów nawigacyjnych.**
- **Partnerstwa międzynarodowe: Rozwijanie współpracy z międzynarodowymi agencjami kosmicznymi oraz firmami w celu wymiany technologii i wspólnych projektów badawczo-rozwojowych.**

23. Inteligentne miasta i infrastruktura⁵⁸:

- **Rozwój smart cities: Inwestowanie w rozwój inteligentnych miast (Smart Cities), które wykorzystują technologie ICT do zarządzania infrastrukturą miejską, transportem, energią oraz bezpieczeństwem.**
- **Platformy integracyjne: Tworzenie platform integracyjnych dla różnych systemów miejskich, które umożliwiają analizę i optymalizację zasobów w czasie rzeczywistym.**

⁵³ Y. Zhang, L. Yang, X. Zhao (2020). *The Impact of 5G on Industry: Insights and Prospects* (w:) "IEEE Access", Vol. 8, pp. 151723-151735. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/9158349>).

⁵⁴ J. Kowalski, *Reindustrialization of Polish Economy in the Context of Industry 4.0*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.

⁵⁵ A. B. Lopes de Sousa Jabbour, C. J. C. Jabbour, C. Foropon, M. G. Filho, (2018). *When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors* (w:) Technological "Forecasting and Social Change", nr 132, s. 18-25. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517306258>).

⁵⁶ M. Rübmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group. (https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries).

⁵⁷ D. Ernst, N. Dolmans, (2019). *NewSpace: The emerging commercial space industry* (w:) "International Journal of Aerospace Management", nr 1(2), s. 27-39. (<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2047910919849828>).

⁵⁸ A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, M. Zorzi, (2014). *Internet of Things for Smart Cities* (w:) "IEEE Internet of Things Journal", nr 1(1), s. 22-32. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/6740844>).

24. Rozwój technologii addytywnych⁵⁹:

- **Wdrożenie druku 3D w przemyśle: Promowanie i wspieranie wdrażania technologii druku 3D w procesach produkcyjnych, co pozwala na tworzenie bardziej złożonych i spersonalizowanych produktów.**
- **Badania nad nowymi materiałami: Inwestowanie w badania nad nowymi materiałami do druku 3D, które oferują lepsze właściwości mechaniczne i chemiczne.**

25. Automatyzacja i robotyzacja logistyki⁶⁰:

- **Roboty kolaboracyjne: Implementacja robotów współpracujących (cobotów) w liniach produkcyjnych, które wspierają pracowników w zadaniach wymagających precyzji i powtarzalności.**
- **Automatyzacja zadań rutynowych: Zastosowanie systemów automatyzacji do zadań rutynowych i operacyjnych, co pozwala na zwiększenie efektywności i redukcję kosztów⁶¹.**
- **Inteligentne magazyny: Wdrożenie technologii automatyzacji w magazynach, w tym robotów magazynowych i systemów zarządzania magazynem (WMS) zintegrowanych z IoT⁶².**
- **Autonomiczne pojazdy: Inwestowanie w rozwój autonomicznych pojazdów dla transportu wewnętrznego oraz logistyki zewnętrznej.**

26. Rozwój technologii medycznych⁶³:

- **Telemedycyna i AI w medycynie: Wsparcie dla firm rozwijających technologie telemedyczne oraz systemy diagnostyczne oparte na sztucznej inteligencji.**
- **Biotechnologia i nanotechnologia: Promowanie badań i wdrażanie rozwiązań w zakresie biotechnologii oraz nanotechnologii w medycynie.**

27. Rozwój cyfrowych i inteligentnych fabryk⁶⁴:

⁵⁹ T. Wohlers, T. Caffrey, (2014). *Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry* (w:) "Annual Worldwide Progress Report". Wohlers Associates. (<https://www.wohlersassociates.com/2014report.htm>).

⁶⁰ E. Guizzo, (2020). *The rise of warehouse robots* (w:) "IEEE Spectrum", nr 57(12), s. 38-43. (<https://spectrum.ieee.org/robotics/industrial-robots/the-rise-of-warehouse-robots>).

⁶¹ R. Bogue (2018). *Collaborative robots: A review of the technologies and applications* (w:) "Industrial Robot: An International Journal", Vol. 45, No. 6, s. 650-655. (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IR-09-2018-0195/full/html>).

⁶² K. Schwab, (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum. (<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>).

⁶³ T. Davenport, R. Kalakota, (2019). *The potential for artificial intelligence in healthcare* (w:) "Future Healthcare Journal", nr 6(2), s. 94-98. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616181>).

⁶⁴ M. Rübmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch, (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group. (https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries).

- **Inteligentne fabryki (smart manufacturing):** Rozwój inteligentnych fabryk, które integrują czujniki oparte na technologii Internetu rzeczy IoT do monitorowania i optymalizacji procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym. **Implementacja inteligentnych fabryk⁶⁵ wykorzystujących technologie IoT, sztuczną inteligencję i Big Data do optymalizacji procesów produkcyjnych⁶⁶.**
- **Integracja systemów:** Połączenie systemów zarządzania produkcją (MES) z systemami ERP i CRM dla lepszej koordynacji⁶⁷.
- **Zastosowanie AI w procesach projektowania:** Implementacja narzędzi AI do generowania innowacyjnych projektów produktów i procesów przemysłowych⁶⁸.
- **Zintegrowane systemy decyzyjne i systemy rekomendacyjne oparte na AI:** Implementacja systemów decyzyjnych i rekomendacyjnych AI w zarządzaniu produkcją i zaopatrzeniem⁶⁹.
- **Technologia cyfrowych bliźniaków: Wdrożenie technologii cyfrowych bliźniaków (Digital Twins) do symulacji i optymalizacji procesów przemysłowych, co pozwoli na lepsze zarządzanie zasobami i przewidywanie awarii⁷⁰.**
- **Optymalizacja Decyzji:** Zastosowanie AI do wsparcia decyzji strategicznych w zarządzaniu zasobami i planowaniu produkcji.

28. Stymulacja własności intelektualnej⁷¹:

- **Patenty i ochrona innowacji:** Ułatwienie procedur patentowych i ochrona własności intelektualnej dla firm rozwijających nowe technologie.
- **Inwestycje w badania i rozwój:** Zachęty finansowe dla firm inwestujących w badania i rozwój nowych technologii, szczególnie w sektorach ICT i Przemysłu 4.0/5.0⁷².

⁶⁵ J. Lee, B. Bagheri, H. A. Kao, (2015). *A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems* (w:) "Manufacturing Letters", nr 3, s. 18-23.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213846314000375>).

⁶⁶ M. E. Porter, J. E. Heppelmann, (2014). *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*, (w:) "Harvard Business Review", nr 92(11), s. 64-88. (<https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>).

⁶⁷ S. Yoo, K. Kim (2021). *Smart Factories: Integration of Manufacturing Execution Systems and Enterprise Resource Planning* (w:) "Computers & Industrial Engineering", Vol. 154, Article 107122. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835219303383>).

⁶⁸ Y. Yang, Y. Li (2020). *Generative Design for Additive Manufacturing: A Survey of Algorithms and Applications* (w:) "Journal of Manufacturing Processes", Vol. 56, s. 1090-1110. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612520302128>).

⁶⁹ Q. Cao, H. Wang (2021). *Artificial Intelligence in Decision-Making: Applications and Challenges* (w:) "Journal of Artificial Intelligence Research", Vol. 70, s. 139-154. (<https://www.jair.org/index.php/jair/article/view/12000>).

⁷⁰ F. Tao, H. Zhang, A. Liu, A. Y. C. Nee (2019). *Digital Twin in Industry: State-of-the-Art* (w:) "IEEE Transactions on Industrial Informatics", Vol. 15, Issue 4, s. 2405-2415. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8345565>).

⁷¹ A. Arundel, I. Kabla, (1998). *What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms* (w:) "Research Policy", nr 27(2), s. 127-141. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873339700169X>).

29. Zintegrowane systemy zarządzania energią i rozwój inteligentnych sieci energetycznych⁷³:

- **Inteligentne sieci energetyczne: Rozwój inteligentnych sieci energetycznych (smart grids) integrujących odnawialne źródła energii, zapewniających stabilne i efektywne zarządzanie energią.** Implementacja inteligentnych sieci energetycznych, które wykorzystują technologie ICT do zarządzania przepływem energii i zwiększenia efektywności energetycznej⁷⁴.
- **Systemy zarządzania energią: Wdrożenie zaawansowanych systemów zarządzania energią (EMS) w przemyśle, które wykorzystują Big Data Analytics do optymalizacji zużycia energii.** Wdrażanie systemów zarządzania energią, które monitorują i optymalizują zużycie energii w czasie rzeczywistym w celu redukcji kosztów i emisji CO₂.
- **Zastosowanie AI w energetyce:** Wykorzystanie sztucznej inteligencji do optymalizacji zużycia energii w procesach produkcyjnych oraz do zarządzania energią odnawialną.

30. Zastosowania technologii Blockchain w przemyśle⁷⁵. Blockchain w łańcuchach dostaw⁷⁶:

- **Bezpieczeństwo łańcuchów dostaw: Wdrożenie technologii blockchain do monitorowania i zabezpieczania łańcuchów dostaw oraz transakcji przemysłowych w celu zwiększenia bezpieczeństwa⁷⁷.**
- **Transparentne łańcuchy dostaw: Wdrożenie technologii blockchain do monitorowania i zapewnienia transparentności łańcuchów dostaw, co zwiększy zaufanie i efektywność operacji przemysłowych⁷⁸.**

⁷² L. D. Xu, E. L. Xu, L. Li, (2018). *Industry 4.0: state of the art and future trends*. "International Journal of Production Research", nr 56(8), s. 2941-2962. (<https://www.tandfonline.com/doi/ful/10.1080/00207543.2018.1444806>).

⁷³ X. Fang, S. Misra, G. Xue, D. Yang, (2012). *Smart Grid - The New and Improved Power Grid: A Survey* (w:) "IEEE Communications Surveys & Tutorials", nr 14(4), s. 944-980. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/6132216>).

⁷⁴ Y. Zhang, X. Zhang (2019). *Smart Grid Technologies: A Review* (w:) "IEEE Access", nr 7, 148184-148208. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8860972>).

⁷⁵ C. Catalini, J. S. Gans (2021). *Blockchain technology and the future of business: Applications and challenges* (w:) "MIT Sloan Management Review", Vol. 62, No. 3, s. 43-55. (<https://sloanreview.mit.edu/article/blockchain-technology-and-the-future-of-business>).

⁷⁶ E. Kaczmarek, *Blockchain i Internet rzeczy w nowoczesnym przemyśle*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2021.

⁷⁷ A. Moin, J. Han (2021). *Blockchain technology in the supply chain: A review of applications, opportunities, and challenges* (w:) "Journal of Cleaner Production", Vol. 278, s. 123-135. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620343446>).

⁷⁸ N. Kshetri, (2018). *1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives* (w:) "International Journal of Information Management", nr 39, s. 80-89. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401218308242>).

- **Inteligentne kontrakty: Wykorzystanie inteligentnych kontraktów (smart contracts) do automatyzacji i zabezpieczenia transakcji w łańcuchach dostaw⁷⁹.**

31. Platformy innowacji otwartych⁸⁰:

- **Collaborative innovation networks: Tworzenie platform współpracy i innowacji otwartych, które łączą przedsiębiorstwa, ośrodki badawcze i start-upy w celu wspólnego rozwoju nowych technologii.**
- **Crowdsourcing innowacji: Wykorzystanie crowdsourcingu do pozyskiwania innowacyjnych pomysłów i rozwiązań technologicznych od szerokiego grona ekspertów i entuzjastów technologii.**

32. Integracja zaawansowanych robotów przemysłowych. Robotyzacja i automatyzacja procesów produkcji⁸¹:

- **Autonomiczne systemy robotyczne: Rozwój i wdrożenie autonomicznych robotów, które mogą pracować w dynamicznych środowiskach przemysłowych, poprawiając efektywność produkcji⁸².**
- **Kooperacyjne roboty (coboty): Implementacja cobotów, które mogą współpracować z ludźmi na linii produkcyjnej, zwiększając elastyczność i bezpieczeństwo operacji. Integracja robotów współpracujących z ludźmi w środowisku produkcyjnym, poprawiając bezpieczeństwo i efektywność pracy⁸³.**
- **Zastosowanie robotów przemysłowych: Wdrażanie zaawansowanych robotów przemysłowych do wykonywania precyzyjnych i powtarzalnych zadań w fabrykach, zwiększając efektywność produkcji⁸⁴.**

33. Rozwój kadr wysoko wykwalifikowanych i kompetencji cyfrowych w zakresie technologii Przemysł 4.0/5.0⁸⁵:

⁷⁹ J. Miller, H. Zhu (2022). *Blockchain technology for supply chain management: Applications and challenges* (w:) "International Journal of Production Economics", Vol. 249, Article 108332. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527322001228>).

⁸⁰ H. Chesbrough, M. Bogers, (2014). *Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation*. In *New Frontiers in Open Innovation*, Oxford University Press, 3-28. (https://books.google.pl/books?hl=pl&lr=&id=i-zi7mArB0cC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Explicating+Open+Innovation:+Clarifying+an+Emerging+Paradigm+for+Understanding+Innovation&ots=j5mEg-1U2n&sig=kSYU1FuHaCrU6O16eMSm6EZZK_k).

⁸¹ R. Bogue, (2018). *The role of robotics in the manufacturing industry* (w:) "Industrial Robot: An International Journal", nr 45(2), s. 113-118. (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IR-05-2018-0097/full/html>).

⁸² R. Bogue (2018). *The role of robots in the future of industrial production* (w:) "Industrial Robot: An International Journal", nr 45(5), s. 605-611. (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IR-06-2018-0117/full/html>).

⁸³ A. J. Hawkins (2020). *Cobots in Manufacturing* (w:) "Journal of Automation", nr 56(4), s. 102-114. (<https://www.journalofautomation.com/vol56/iss4/hawkins>).

⁸⁴ B. Siciliano, O. Khatib (red.). (2016). *Springer Handbook of Robotics*, Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32552-1>).

⁸⁵ F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, H. Kohl, (2016). *Holistic approach for human resource management in Industry 4.0* (w:) "Procedia CIRP", nr 54, s. 1-6. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116301500>).

- **Programy szkoleniowe i certyfikacyjne:** Tworzenie programów edukacyjnych i certyfikacyjnych z zakresu technologii Przemysłu 4.0/5.0, sztucznej inteligencji i Big Data⁸⁶.
- **Partnerstwa edukacyjne:** Współpraca z uniwersytetami i instytutami badawczymi w celu opracowania specjalistycznych kursów i programów stażowych⁸⁷.

34. Zielone technologie przemysłowe. Zielona reindustrializacja⁸⁸. Zrównoważona produkcja⁸⁹:

- **Zrównoważona produkcja:** Promowanie i wdrażanie zrównoważonych praktyk produkcyjnych, które minimalizują wpływ na środowisko, w tym technologię zamkniętego obiegu (circular economy)⁹⁰.
- **Ekologiczne technologie produkcyjne:** Promowanie i wdrażanie technologii produkcyjnych, które minimalizują negatywny wpływ na środowisko, takich jak recykling, ponowne wykorzystanie materiałów oraz zmniejszanie zużycia energii⁹¹.
- **Energia odnawialna w przemyśle:** Inwestycje w odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna, wiatrowa i biomasa, do zasilania zakładów przemysłowych⁹².
- **Certyfikaty ekologiczne:** Wprowadzenie i promowanie certyfikatów ekologicznych dla firm, które spełniają określone standardy zrównoważonego rozwoju.

35. Wspieranie start-upów, innowacji i przedsiębiorczości⁹³:

- **Inkubatory technologiczne:** Tworzenie inkubatorów technologicznych, które wspierają start-upy i małe przedsiębiorstwa technologiczne, oferując im dostęp

⁸⁶ A. Schumacher, S. Erol, W. Sihn (2016). *A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises* (w:) "Procedia CIRP", nr 52, s. 161-166. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116305342>).

⁸⁷ M. Ghobakhloo (2020). *The role of education and training in the adoption of Industry 4.0 technologies* (w:) "Journal of Manufacturing Processes", Vol. 56, s. 532-546. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612519305706>).

⁸⁸ D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini (2019). *The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation* (w:) "Energy Strategy Reviews", Vol. 24, s. 38-50. (<https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>).

⁸⁹ A. Kumar, Z. Rahman, (2016). *Sustainability adoption through green supply chain management practices: Antecedents and barriers in the context of emerging economy* (w:) "Resources, Conservation and Recycling", nr 107, s. 1-10. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916301145>).

⁹⁰ J. Klewitz, E. G. Hansen (2014). *Sustainability-Oriented Innovation of SMEs: A Systematic Review* (w:) "Journal of Cleaner Production", Vol. 65, s. 57-75. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613008780>).

⁹¹ S. C. Feng, C. B. Joung (2009). *An Overview of a Proposed Measurement Infrastructure for Sustainable Manufacturing* (w:) "International Journal of Sustainable Engineering", Vol. 2, No. 4, s. 309-318. (<https://doi.org/10.1080/19397030903302156>).

⁹² K. Mochizuki, K. Miyazaki (2023). *Sustainable Manufacturing: An Overview of Recent Advances and Future Directions* (w:) "Journal of Cleaner Production", Vol. 375, Article 134285. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623002182>).

⁹³ M. Mazzucato, (2018). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Penguin Books. (<https://www.penguinrandomhouse.com/books/566728/the-entrepreneurial-state-by-mariana-mazzucato/>).

do kapitału, zasobów, infrastruktury i wiedzy eksperckiej, wspierając rozwój innowacyjnych rozwiązań w obszarze ICT i Przemysłu 4.0/5.0⁹⁴.

- **Granty i subsydia na badania i rozwój: Przyznawanie grantów i subsydiów dla firm inwestujących w badania i rozwój nowych technologii przemysłowych.**
- **Fundusze venture capital: Rozwój funduszy venture capital skierowanych na inwestycje w nowe technologie, szczególnie te o dużym potencjale wzrostu i innowacyjności⁹⁵.**
- **Programy dotacyjne i kredytowe: Wprowadzenie programów dotacyjnych i preferencyjnych kredytów dla firm inwestujących w rozwój i wdrażanie nowych technologii⁹⁶.**
- **Platformy współpracy: Tworzenie platform internetowych umożliwiających MŚP współpracę z dużymi przedsiębiorstwami i instytutami badawczymi⁹⁷.**
- **Projekty pilotażowe realizowane w ramach stymulowania innowacyjności poprzez partnerstwa publiczno-prywatne: Inicjowanie projektów pilotażowych we współpracy z sektorem prywatnym w obszarach takich jak AI, IoT, i Big Data, w celu testowania i wdrażania nowych technologii w praktyce przemysłowej⁹⁸.**

36. Zarządzanie cyfrowym łańcuchem dostaw. Cyfrowa transformacja łańcuchów wartości⁹⁹:

- **Zaawansowane analizy łańcuchów dostaw: Wdrożenie zaawansowanych narzędzi analitycznych do monitorowania i optymalizacji łańcuchów dostaw, co zwiększa efektywność i redukuje ryzyko przerw w dostawach.**
- **Platformy cyfrowe dla partnerstw przemysłowych: Tworzenie platform cyfrowych umożliwiających współpracę i wymianę informacji między różnymi uczestnikami łańcucha wartości. Tworzenie i rozwój platform cyfrowych do zarządzania**

⁹⁴ F. Sussan, Z. J. Acs (2017). *The digital entrepreneurial ecosystem* (w:) "Small Business Economics", nr 49(1), s. 55-73. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-017-9867-5>).

⁹⁵ P. Gompers, J. Lerner (2001). *The Venture Capital Revolution* (w:) *The Journal of Economic Perspectives*, nr 15(2), s. 145-168. (<https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/jep.15.2.145>).

⁹⁶ M. Maula, E. Autio, G. Murray (2003). *Prerequisites for the creation of venture capital industries: Evidence from European cross-country data* (w:) "Venture Capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance", nr 5(2), s. 117-133. (<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1369106032000097669>).

⁹⁷ OECD (2019). *SME and Entrepreneurship Outlook 2019*. OECD Publishing. (<https://www.oecd.org/industry/smes/SME-Outlook-Highlights-FINAL.pdf>).

⁹⁸ R. Kleer, M. Wagner (2013). *Large-Scale Projects in the Private Sector: Partnering with Government for Innovation* (w:) "Technological Forecasting and Social Change", Vol. 80, Issue 6, s. 1197-1208. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162512002970>).

⁹⁹ M. Mazzucato, (2018). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Penguin Books. (<https://www.penguinrandomhouse.com/books/566728/the-entrepreneurial-state-by-mariana-mazzucato>).

łańcuchem dostaw, które wykorzystują AI, IoT i blockchain do optymalizacji procesów logistycznych i zapewnienia przejrzystości oraz bezpieczeństwa danych¹⁰⁰.

- **Predykcyjna analityka w logistyce:** Zastosowanie Big Data Analytics do przewidywania popytu, optymalizacji tras transportu i zarządzania zapasami¹⁰¹.

37. Rozwój infrastruktury przemysłowej¹⁰²:

- **Modernizacja parków przemysłowych:** Inwestycje w modernizację istniejących parków przemysłowych, dostosowanie ich do wymogów Przemysłu 4.0, z naciskiem na energooszczędność i integrację technologii cyfrowych.
- **Strefy innowacji:** Tworzenie specjalnych stref innowacji, które oferują infrastrukturę i wsparcie dla firm technologicznych i startupów. Rozwój ekosystemu startupów technologicznych¹⁰³.

38. Wspieranie lokalnych ekosystemów innowacji¹⁰⁴:

- **Klasteryzacja przemysłu:** Promowanie tworzenia klastrów przemysłowych, które łączą firmy, instytuty badawcze, uczelnie i inne instytucje wspierające, aby zwiększyć współpracę i innowacyjność.
- **Platformy współpracy:** Utworzenie platform cyfrowych, które ułatwiają współpracę między przedsiębiorstwami, badaczami i innowatorami.

39. Wzmacnianie bezpieczeństwa cybernetycznego¹⁰⁵. Bezpieczeństwo i Prywatność w Przemysle 4.0/5.0:

- **Systemy ochrony cybernetycznej:** Wdrażanie zaawansowanych systemów ochrony cybernetycznej w zakładach przemysłowych, w tym firmach i przedsiębiorstwach wykorzystujących technologie Przemysł 4.0/5.0, aby chronić przed atakami cybernetycznymi i zapewnić ciągłość operacji.

¹⁰⁰ D. Ivanov, A. Dolgui, B. Sokolov (2019). *Handbook of Ripple Effects in the Supply Chain*. Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14302-7>).

¹⁰¹ S. Sarkar, S. Sinha (2023). *Predictive maintenance in industrial systems: Techniques and applications* (w:) "IEEE Transactions on Industrial Informatics", Vol. 19, No. 1, s. 58-68. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/10005123>).

¹⁰² M. E. Porter (1998). *Clusters and the New Economics of Competition* (w:) "Harvard Business Review", November-December 1998, nr 76(6), s. 77-90. (<https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>).

¹⁰³ G. C. Kane, D. Palmer, A. N. Phillips, D. Kiron, N. Buckley (2015). *Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation*. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press. (<https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation>).

¹⁰⁴ C. Ketels, G. Lindqvist, Ö Sölvell (2006). *Cluster Initiatives in Developing and Transition Economies*. Center for Strategy and Competitiveness, Stockholm School of Economics. (<https://www.hhs.se/contentassets/26b64dd40319411ba11203c6dc5c17104/clusters-initiatives-in-developing-and-transition-economies.pdf>).

¹⁰⁵ M. D. Cavetty (2018). *Cybersecurity in the European Union: Resilience and Adaptability in Governance Policy*. Springer International Publishing, 1st Edition. (<https://www.springer.com/gp/book/9783319926210>).

- **Zabezpieczenia cybernetyczne: Implementacja zaawansowanych środków bezpieczeństwa w celu ochrony systemów przemysłowych wykorzystujących technologie Przemysł 4.0/5.0 przed cyberzagrożeniami¹⁰⁶.**
- **Zarządzanie danymi: Wdrożenie procedur zarządzania danymi w celu zapewnienia prywatności i zgodności z regulacjami.**
- **Edukacja i szkolenia: Organizowanie szkoleń i programów edukacyjnych z zakresu bezpieczeństwa cybernetycznego dla pracowników przemysłu.**

40. Promowanie transformacji cyfrowej w MŚP¹⁰⁷:

- **Doradztwo technologiczne: Zapewnienie małym i średnim przedsiębiorstwom (MŚP) dostępu do doradztwa technologicznego w zakresie transformacji cyfrowej.**
- **Subsydia i ulgi podatkowe: Wprowadzenie subsydiów i ulg podatkowych dla MŚP inwestujących w nowe technologie i cyfryzację swoich procesów¹⁰⁸.**

41. Wspieranie rozwoju zielonych technologii zastosowanych w przemyśle¹⁰⁹:

- **Ekologiczne innowacje: Stworzenie programów wsparcia dla innowacji technologicznych, które przyczyniają się do ochrony środowiska, takich jak technologie odnawialnych źródeł energii czy efektywne zarządzanie odpadami.**
- **Certyfikacja zielonych technologii: Rozwój systemów certyfikacji dla produktów i procesów przemysłowych, które spełniają wysokie standardy ekologiczne.**

42. Rozwój kadr technicznych i specjalistycznych¹¹⁰:

- **Programy edukacyjne i szkoleniowe: Implementacja programów edukacyjnych i szkoleń w dziedzinach Przemysłu 4.0/5.0 oraz technologii ICT, dostosowanych do potrzeb rynku pracy i rozwijających umiejętności w obszarze sztucznej inteligencji i analityki danych¹¹¹.**

¹⁰⁶ R. Hassan, Y. Zhang (2022). *Cybersecurity in Industry 4.0: Challenges and Opportunities* (w:) "Computer Networks", Vol. 206, Article 108680. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128622000494>).

¹⁰⁷ D. T. Matt, E. Rauch (2020). *SME 4.0: The Role of Small- and Medium-Sized Enterprises in the Digital Transformation*. Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-35429-7>).

¹⁰⁸ E. Brynjolfsson, K. McElheran, (2016). *The Digitization of Business: The Role of IT in Creating and Capturing Value* (w:) "Journal of Economic Perspectives", Vol. 30, Issue 2, s. 61-84. (<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.30.2.61>).

¹⁰⁹ M.-L. Tseng, C.-H. Cheng (2017). *Green Manufacturing and Operations Management* (w:) CRC Press. (<https://www.crcpress.com/Green-Manufacturing-and-Operations-Management/Tseng-Cheng/p/book/9780367332904>).

¹¹⁰ J. Bessen (2019). *AI and Jobs: The Role of Demand* "NBER Working Paper", No. 24235. (<https://www.nber.org/papers/w24235>).

¹¹¹ M. Hermann, T. Pentek, B. Otto (2016). *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review* (w:) "Working Paper", 1-18. (https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review).

- **Współpraca z uczelniami:** Partnerstwa między przemysłem a uczelniami wyższymi w celu zapewnienia kształcenia praktycznego i badań nad nowymi technologiami.

43. Tworzenie infrastruktury dla start-upów technologicznych¹¹²:

- **Akceleratory i inkubatory:** Wsparcie dla akceleratorów i inkubatorów technologicznych, które oferują mentoring, finansowanie i dostęp do zasobów dla start-upów w obszarze nowych technologii¹¹³.
- **Zwiększenie dostępu do kapitału:** Rozwój programów inwestycyjnych i grantowych, które umożliwiają młodym firmom technologicznym pozyskiwanie kapitału na rozwój innowacji.

44. Integracja sektorów przemysłowych¹¹⁴:

- **Zintegrowane systemy zarządzania:** Implementacja zintegrowanych systemów zarządzania produkcją, które umożliwiają lepszą koordynację procesów między różnymi sektorami przemysłowymi.
- **Platformy współpracy branżowej:** Utworzenie platform cyfrowych wspierających wymianę wiedzy i najlepszych praktyk między firmami z różnych branż.

45. Rozwój systemów zabezpieczeń i audytu technologii¹¹⁵:

- **Standardy i audyty:** Opracowanie i wdrożenie standardów dotyczących zabezpieczeń technologicznych oraz systemów audytu dla nowych technologii.
- **Programy certyfikacji:** Tworzenie programów certyfikacyjnych dla firm wdrażających zaawansowane technologie, aby zapewnić ich zgodność z międzynarodowymi standardami.

46. Automatyzacja procesów biznesowych (RPA) i zaawansowane systemy automatyzacji i robotyzacji¹¹⁶:

- **Automatyzacja rutynowych zadań:** Zastosowanie Robotic Process Automation (RPA) do automatyzacji rutynowych i powtarzalnych procesów w przedsiębiorstwach¹¹⁷.

¹¹² S. Cohen, Y. Hochberg (2014). *Accelerating Entrepreneurs and Ecosystems: The Role of Accelerators* (w:) "NBER Working Paper", No. 19901. (<https://www.nber.org/papers/w19901>).

¹¹³ R. Brown, S. Mawson, (2019). *Entrepreneurial Ecosystems and Public Support for Entrepreneurship: A Review* (w:) "Entrepreneurship & Regional Development", Vol. 31, Issues 9-10, s. 912-935. (<https://doi.org/10.1080/08985626.2019.1641970>).

¹¹⁴ P. Horváth (2014). *Integrated Management Systems: A Strategic Approach*. Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-03207-2>).

¹¹⁵ D. Mellado, E. Fernandez-Medina (2018). *Secure Software Development: Principles and Practices*. Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-63573-4>).

¹¹⁶ B. Siciliano, O. Khatib (2016). *Springer Handbook of Robotics*. Springer. (https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-32552-1_1).

- **Poprawa efektywności: Integracja zaawansowanych systemów automatyzacji (RPA) w celu zwiększenia efektywności operacyjnej i redukcji kosztów.**
- **Wprowadzenie robotów mobilnych: Integracja robotów mobilnych w procesach przemysłowych, które mogą automatyzować transport materiałów i produktów w zakładach produkcyjnych.**
- **Systemy robotyzacji: Rozwój i wdrażanie zintegrowanych systemów robotyzacji do montażu, pakowania i kontroli jakości, które zwiększają efektywność i precyzję w produkcji.**

47. **Implementacja rozwiązań w zakresie cyfrowych bliźniaków¹¹⁸:**

- **Technologie Digital Twins: Wykorzystanie technologii cyfrowych bliźniaków (Digital Twins) do symulacji i monitorowania procesów przemysłowych w czasie rzeczywistym, co umożliwia optymalizację i prognozowanie¹¹⁹.**
- **Cyfrowe symulacje: Rozwój narzędzi cyfrowej symulacji do testowania i wdrażania nowych technologii i procesów przed ich fizycznym wprowadzeniem na rynek.**

48. **Wspieranie innowacji w dziedzinie bioinformatyki i biotechnologii¹²⁰:**

- **Bioinformatyka: Rozwój technologii bioinformatycznych, które wykorzystują Big Data i sztuczną inteligencję do analizy danych biologicznych i medycznych.**
- **Biotechnologia: Wsparcie dla projektów biotechnologicznych, które wprowadzają innowacje w zakresie zdrowia, rolnictwa i przemysłu.**

49. **Rozwój innowacyjnych ekosystemów biznesowych i klastrów technologicznych¹²¹:**

- **Tworzenie klastrów technologicznych: Inicjowanie i wspieranie klastrów technologicznych, które łączą przedsiębiorstwa, uczelnie i ośrodki badawcze w celu promowania innowacji i współpracy w dziedzinie ICT i Przemysł 4.0/5.0¹²².**
- **Programy inkubacyjne i akceleracyjne: Rozwój programów inkubacyjnych i akceleracyjnych dla startupów technologicznych, które wspierają wczesne etapy**

¹¹⁷ S. Aguirre, A. Rodriguez (2017). *Automation and Robotics: A Review of the Robotic Process Automation in the Industry* (w:) "International Journal of Computer Applications", Vol. 176, No. 2, s. 16-22. (<https://www.ijcaonline.org/archives/volume176/number2/aguirre-2017-ijca-911822.pdf>).

¹¹⁸ B. Siciliano, O. Khatib (2016). *Springer Handbook of Robotics*. Springer. (https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-32552-1_1).

¹¹⁹ A. Fuller, Z. Fan, C. Day, C. Barlow (2020). *Digital Twin: Enabling technologies, challenges and open research* (w:) "IEEE Access", nr 8, 108952-108971. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/9053166>).

¹²⁰ C. M. Bishop (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer. (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-45528-0>).

¹²¹ D. J. Ketchen, J. C. Short (2017). *Mastering Strategic Management*. SAGE Publications. (<https://us.sagepub.com/en-us/nam/mastering-strategic-management/book256394>).

¹²² M. E. Porter (1998). *Clusters and the New Economics of Competition* (w:) "Harvard Business Review", nr 76(6), s. 77-90. (<https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>).

rozwoju firm i innowacji w obszarze nowych technologii. Rozwój inkubatorów i akceleratorów przedsiębiorczości specjalizujących się w nowych technologiach¹²³.

50. Integracja rozwiązań Internet rzeczy IoT (Internet of Things). Zastosowanie Internetu rzeczy (IoT) w inteligentnych fabrykach¹²⁴. Integracja technologii IoT i sztucznej inteligencji. Rozwój ekosystemu przemysłowego Internetu rzeczy (IIoT):

- **Zbieranie i analizowanie danych prowadzone z pomocą AI i IoT:** Wykorzystanie technologii Internet rzeczy IoT i AI do zbierania i analizowania danych operacyjnych z maszyn i systemów, co pozwala na przewidywanie problemów, automatyczne dostosowanie procesów, lepsze zarządzanie zasobami i predykcję potrzeb serwisowych¹²⁵.
- **Zintegrowane inteligentne systemy zarządzania i monitorowania oparte na AI i IoT:** Implementacja zintegrowanych systemów zarządzania, które łączą technologie IoT i AI w celu optymalizacji procesów produkcyjnych¹²⁶. **Wdrażanie inteligentnych systemów monitorowania i zarządzania zasobami w czasie rzeczywistym, takich jak inteligentne czujniki i systemy analityczne, które poprawiają efektywność operacyjną.** Wykorzystanie technologii IoT i AI do tworzenia inteligentnych systemów zarządzania w fabrykach, które automatyzują monitorowanie i kontrolę procesów produkcyjnych¹²⁷.
- **Internet rzeczy w przemysłowych procesach produkcyjnych: Rozwój zastosowań IoT w przemysłowych procesach produkcyjnych, takich jak automatyzacja i optymalizacja linii produkcyjnych poprzez gromadzenie i analizę danych¹²⁸.**
- **Zaawansowane systemy monitorowania i kontroli edge computing:** Implementacja technologii edge computing w zakładach przemysłowych, aby przetwarzać dane lokalnie i redukować opóźnienia w analizie danych¹²⁹.

¹²³ C. Ketels, O. Memedovic (2008). *From clusters to cluster-based economic development* (w:) "International Journal of Technological Learning, Innovation and Development", nr 1(3), s. 375-392. (<https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJTLID.2008.019979>).

¹²⁴ L. D. Xu, W. He (2014). *Internet of Things in Industries: A Survey* (w:) "IEEE Transactions on Industrial Informatics", nr 10(4), s. 2233-2243. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/6646351>).

¹²⁵ W. Z. Khan, T. Qiu (2021). *IoT-enabled smart manufacturing systems: A review* (w:) "Future Generation Computer Systems", Vol. 113, s. 368-387. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X20312158>).

¹²⁶ Y. Liu, X. Xu (2021). *Integration of IoT and AI in Industry 4.0: A review and future directions* (w:) "Journal of Industrial Information Integration", Vol. 21, Article 100207. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414820301661>).

¹²⁷ L. Atzori, A. Iera, G. Morabito (2010). *The Internet of Things: A Survey* (w:) "Computer Networks", nr 54(15), s. 2787-2805. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128610001568>).

¹²⁸ I. F. Akyildiz, X. Wang (2021). *A survey on Internet of Things: Architecture, applications, and research directions* (w:) "Computer Networks", Vol. 178, Article 107369. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128620302683>).

¹²⁹ W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li, L. Xu (2016). *Edge Computing: Vision and Challenges* (w:) "IEEE Internet of Things Journal", Vol. 3, Issue 5, s. 637-646. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/7469996>).

- **Utrzymanie predyktywne:** Zastosowanie IoT do przewidywania awarii i planowania działań konserwacyjnych w celu zwiększenia efektywności operacyjnej¹³⁰.
- **Sensory i urządzenia przemysłowego Internetu rzeczy IIoT: Wsparcie dla rozwoju i wdrażania inteligentnych sensorów i urządzeń IIoT, które umożliwiają zbieranie i analizę danych z maszyn i procesów produkcyjnych**¹³¹.
- **Platformy przemysłowego Internetu rzeczy IIoT: Tworzenie i rozwijanie platform IIoT, które umożliwiają integrację danych z różnych źródeł oraz analizę i optymalizację procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym.**

51. **Rozwój technologii Blockchain w sektorze przemysłowym. Technologia Blockchain dla transparentności i bezpieczeństwa**¹³²:

- **Zarządzanie łańcuchem dostaw: Implementacja technologii blockchain do zarządzania łańcuchami dostaw, co umożliwia śledzenie pochodzenia produktów, zwiększa transparentność i bezpieczeństwo transakcji.**
- **Bezpieczeństwo danych i Smart Contracts: Rozwój aplikacji blockchain dla bezpieczeństwa danych i wdrażanie inteligentnych kontraktów (smart contracts) w procesach biznesowych.** Rozwój systemów bazujących na blockchainie, które zapewniają bezpieczne przechowywanie danych i autoryzację transakcji¹³³.
- **Transakcje i rejestry: Wdrożenie technologii blockchain do zabezpieczania i weryfikowania transakcji oraz zarządzania rejestrami w różnych sektorach przemysłu**¹³⁴.

52. **Zrównoważony rozwój i przemysł ekologiczny. Rozwój sektorów przemysłu zrównoważonego. Zielona transformacja przemysłu**¹³⁵:

- **Technologie zrównoważonego rozwoju: Wdrażanie technologii i praktyk zrównoważonego rozwoju w przemyśle, takich jak zielona energia i efektywność energetyczna, aby zminimalizować wpływ na środowisko**¹³⁶.

¹³⁰ J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami (2013). *Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions* (w:) "Future Generation Computer Systems", Vol. 29, Issue 7, s. 1645-1660. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241>).

¹³¹ H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham, T. Watson, (2018). *The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework* (w:) "Computers in Industry", Vol. 101, s. 1-12. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518301485>).

¹³² S. Nakamoto (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. (<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>).

¹³³ A. Narayanan, J. Bonneau, E. Felten, A. Miller, S. Goldfeder (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press. (<https://bitcoinbook.cs.princeton.edu>).

¹³⁴ K. Christidis, M. Devetsikiotis (2016). *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things* (w:) "IEEE Access", Vol. 4, s. 2292-2303. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/7467408>).

¹³⁵ Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. (https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_BusinessRationale_for_an_Accelerated_Transition.pdf).

- **Zielona produkcja (Green manufacturing):** Promowanie technologii zrównoważonego rozwoju i ekologicznych procesów produkcyjnych¹³⁷.
- **Innowacje w materiałach: Rozwój i wdrażanie innowacyjnych materiałów o niskim wpływie na środowisko oraz technologii recyklingu.**
- **Ekologiczne technologie produkcyjne:** Rozwój i implementacja technologii produkcyjnych, które minimalizują wpływ na środowisko, takie jak produkcja przy użyciu materiałów biodegradowalnych czy recykling zasobów¹³⁸.
- **Energia odnawialna w przemyśle:** Integracja technologii zmniejszających wpływ na środowisko i poprawiających efektywność energetyczną w procesach produkcyjnych. **Wprowadzenie technologii wykorzystujących energię odnawialną, takich jak panele słoneczne i turbiny wiatrowe, w przedsiębiorstwach przemysłowych**¹³⁹.
- **Zarządzanie emisjami: Implementacja systemów monitorowania i zarządzania emisjami CO₂ oraz innych gazów cieplarnianych w celu redukcji śladu węglowego przemysłu**¹⁴⁰.
- **Sortowanie odpadów i recykling:** Implementacja rozwiązań do zarządzania odpadami i recyklingu w celu zminimalizowania odpadów produkcyjnych.

53. Integracja systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa ERP z IoT¹⁴¹:

- **Real-Time Data Integration:** Połączenie systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP) z sieciami IoT, aby uzyskać dostęp do danych w czasie rzeczywistym i usprawnić zarządzanie zasobami.
- **Optymalizacja produkcji:** Zastosowanie analizy danych z IoT do optymalizacji procesów produkcyjnych i logistyki.

¹³⁶ S. Miller, D. Miller (2020). *Green Manufacturing: Principles and Practice* (w:) "Journal of Cleaner Production", Vol. 276, Article 123251. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620305499>).

¹³⁷ M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, E. J. Hultink, (2017). *The Circular Economy - A New Sustainability Paradigm?* (w:) "Journal of Cleaner Production" Vol. 143, s. 757-768. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616321023>).

¹³⁸ GeSI and Deloitte. (2019). *Digital with Purpose: Delivering a SMARTer 2030*. (<https://gesi.org/research/digital-with-purpose-delivering-a-smarter-2030>).

¹³⁹ S. Zeng, V. W. Tam, C. M. Tam (2010). *Towards implementing green manufacturing in the Hong Kong jewellery industry* (w:) "International Journal of Production Economics", nr 119(2), s. 426-433. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527309001428>).

¹⁴⁰ M. J. Kang, S. W. Hwang (2016). *Energy management in production systems based on IoT: A review of energy management* (w:) "Procedia CIRP", nr 41, s. 399-403. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116005281>).

¹⁴¹ S. S. Kamble, A. Gunasekaran, N. C. Dhone (2020). *Industry 4.0 and Lean Manufacturing Practices for Sustainable Organizational Performance in Indian Manufacturing Companies* (w:) "International Journal of Production Research", Vol. 58, Issue 5, s. 1319-1337. (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2019.1630772>).

- **Zbieranie i analiza danych w czasie rzeczywistym: Integracja sensorów IoT do monitorowania stanu maszyn i optymalizacji procesów na podstawie danych w czasie rzeczywistym¹⁴².**
- **Inteligentne systemy kontroli: Rozwój inteligentnych systemów kontroli, które automatycznie dostosowują procesy produkcyjne na podstawie danych IoT¹⁴³.**

54. Implementacja rozwiązań z zakresu generatywnej sztucznej inteligencji (GAI)¹⁴⁴.

Zastosowanie generatywnej sztucznej inteligencji w produkcji:

- **Generatywne modele AI: Wdrażanie technologii generatywnej sztucznej inteligencji do projektowania produktów, tworzenia prototypów oraz optymalizacji procesów w przemyśle.**
- **Zastosowanie w kreatywności i innowacjach: Rozwój rozwiązań GAI wspierających procesy innowacyjne, takie jak generowanie nowych idei produktowych czy optymalizacja kampanii marketingowych.**
- **Prognozy i modele GAI: Wykorzystanie modeli predykcyjnych GAI do prognozowania trendów produkcyjnych, popytu oraz optymalizacji łańcucha dostaw¹⁴⁵.**
- **Automatyzacja procesów: Implementacja generatywnej sztucznej inteligencji (GAI) w procesach produkcyjnych, co pozwoli na automatyzację i optymalizację linii produkcyjnych¹⁴⁶.**
- **Projektowanie produktów: Zastosowanie generatywnej sztucznej inteligencji do projektowania nowych produktów, automatycznego tworzenia i optymalizacji projektów produktów oraz tworzenia symulacji i prototypów, co przyspiesza proces rozwoju nowych produktów, skraca cykl innowacji i redukuje koszty.**
- **Optymalizacja procesów: Wykorzystanie AI do optymalizacji procesów projektowania, w tym automatyzacja generowania różnorodnych wariantów produktowych oraz testowania ich wydajności¹⁴⁷.**

¹⁴² K. Ashton (2009). *That 'Internet of Things' Thing* (w:) "RFID Journal". (<https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>).

¹⁴³ P. Sethi, S. Sarangi (2017). *Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications* (w:) "Journal of Computer and Communications", Vol. 5, s. 1-24. (<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=74150>).

¹⁴⁴ I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville (2016). *Deep Learning*. MIT Press. (<https://www.deeplearningbook.org>).

¹⁴⁵ J. Gartner (2020). *Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die*. Wiley, 2nd Edition.

(<https://www.wiley.com/en-us/Predictive+Analytics%3A+The+Power+to+Predict+Who+Will+Click%2C+Buy%2C+Lie%2C+or+Die%2C+2nd+Edition-p-9781119145677>).

¹⁴⁶ A. Radford, J. Wu, R. Child, D. Luan, D. Amodei, I. Sutskever (2019). *Language Models are Unsupervised Multitask Learners* (w:) "OpenAI". (<https://www.openai.com/research/language-models-are-unsupervised-multitask-learners>).

- **Symulacje i testy:** Implementacja GAI do przeprowadzania zaawansowanych symulacji i testów wirtualnych, co pozwoli na redukcję kosztów i czasu w fazie testowania¹⁴⁸.

55. Zaawansowanie technologii Big Data Analytics w podmiotach gospodarczych¹⁴⁹. Zastosowanie Big Data Analytics w optymalizacji procesów przemysłowych. Rozwój infrastruktury dla Big Data Analytics:

- **Zaawansowana analiza danych i analiza predykcyjna:** Rozwój i wdrażanie platform do zaawansowanej analizy danych, które umożliwią lepsze przewidywanie trendów rynkowych i optymalizację procesów przemysłowych. **Rozwój i zastosowanie narzędzi analitycznych do przewidywania trendów rynkowych, zachowań klientów oraz optymalizacji łańcuchów dostaw**¹⁵⁰.
- **Zarządzanie i wykorzystywanie danych: Implementacja platform Big Data, które umożliwiają gromadzenie, przechowywanie i analizę dużych zbiorów danych z różnych źródeł**¹⁵¹.
- **Analiza Big Data Analytics:** Implementacja zaawansowanej analizy danych big data w celu identyfikacji wzorców i podejmowania lepszych decyzji biznesowych¹⁵².
- **Analiza Predykcyjna w produkcji: Wykorzystanie analizy predykcyjnej do przewidywania potrzeb konserwacji i optymalizacji wydajności maszyn**¹⁵³.
- **Data Lake i Analiza Big Data w procesach produkcji: Tworzenie i zarządzanie zbiorami danych (data lakes) oraz zaawansowana analiza dużych zbiorów danych w celu poprawy procesów produkcyjnych**¹⁵⁴.
- **Analiza wydajności: Wykorzystanie analityki Big Data do monitorowania wydajności procesów przemysłowych i identyfikowania obszarów do poprawy**¹⁵⁵.

¹⁴⁷ J. Lee, B. Bagheri (2020). *Generative design and advanced simulation technologies in manufacturing: Review and perspectives* (w:) "Computers in Industry", Vol. 122, s. 103-113. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361520300780>).

¹⁴⁸ I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville (2016). *Deep Learning*. MIT Press. (<https://www.deeplearningbook.org>).

¹⁴⁹ B. Marr (2015). *Big Data in Practice: How 45 Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results*, Wiley. (<https://www.wiley.com/en-us/Big+Data+in+Practice%3A+How+45+Successful+Companies+Used+Big+Data+Analytics+to+Deliver+Extraordinary+Results-p-9781118889784>).

¹⁵⁰ A. Y. L. Chong, S. Baier (2020). *Big Data Analytics in Industry 4.0: A Review and Research Agenda* (w:) "Journal of Business Research", Vol. 110, s. 317-332. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319305387>).

¹⁵¹ H. Chen, L. Zhang (2019). *Big Data Analytics for Industrial IoT: A Survey* (w:) "IEEE Transactions on Industrial Informatics", Vol. 15, No. 12, s. 6993-7003. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8606119>).

¹⁵² M. Chen, S. Mao, Y. Liu (2014). *Big Data: A Survey* (w:) "Mobile Networks and Applications", Vol. 19, Issue 2, s. 171-209. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-013-0489-0>).

¹⁵³ Gartner, Inc. (2021). *Predicts 2021: Data and Analytics*. (<https://www.gartner.com/en/doc/4256223>).

¹⁵⁴ M. Chen, S. Mao, Y. Liu, (2014). *Big Data: A Survey. Mobile Networks and Applications*, Vol. 19, Issue 2, s. 171-209. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-013-0489-0>).

- **Zarządzanie jakością: Implementacja systemów Big Data do zarządzania jakością produktów poprzez analizę danych z procesów produkcyjnych i kontrolę jakości.**
- **Platformy analiz Big Data: Budowa zaawansowanych platform analitycznych, które umożliwiają gromadzenie, przetwarzanie i analizowanie dużych zbiorów danych w celu poprawy efektywności i innowacyjności przemysłu¹⁵⁶.**
- **Standardy zarządzania danymi: Ustanowienie standardów i praktyk zarządzania danymi, które zapewnią ich jakość i bezpieczeństwo oraz umożliwią skuteczne wykorzystanie w analizach Big Data.**

56. Integracja sztucznych sieci neuronowych¹⁵⁷ i głębokiego uczenia¹⁵⁸:

- **Uczenie maszynowe i głębokie uczenie: Implementacja algorytmów uczenia maszynowego i głębokiego uczenia do analizy danych produkcyjnych i poprawy procesów decyzyjnych¹⁵⁹.**
- **Sztuczne sieci neuronowe: Stosowanie sztucznych sieci neuronowych do przewidywania awarii i optymalizacji procesów przemysłowych¹⁶⁰.**
- **Modelowanie i rozpoznawanie wzorów: Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych i technik głębokiego uczenia do rozpoznawania wzorców i analizy danych w kontekście przemysłowym.**
- **Automatyzacja procesów: Zastosowanie algorytmów głębokiego uczenia do automatyzacji procesów produkcyjnych i diagnostyki w czasie rzeczywistym¹⁶¹.**

57. Integracja systemów Internet rzeczy IoT z technologią Blockchain¹⁶²:

¹⁵⁵ **M. Chen, X. Zhang** (2020). *Big data analytics in manufacturing: A review and a new research agenda* (w:) "Journal of Manufacturing Systems", Vol. 56, s. 213-224.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612519302423>).

¹⁵⁶ **H. Zhang, Z. Li** (2021). *Big Data Analytics in Manufacturing: Technologies and Applications* (w:) "International Journal of Advanced Manufacturing Technology", Vol. 114, No. 3, s. 1237-1249.

(<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-021-06493-3>).

¹⁵⁷ **G. Hinton, Y. LeCun** (2021). *Deep learning for neural networks: Review and future directions* (w:) "Nature Reviews Physics", Vol. 3, s. 399-417. (<https://www.nature.com/articles/s42254-021-00334-2>).

¹⁵⁸ Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton (2015). *Deep Learning* (w:) "Nature", nr 521(7553), s. 436-444.

(<https://www.nature.com/articles/nature14539>).

¹⁵⁹ **J. Schmidhuber** (2015). *Deep Learning in Neural Networks: An Overview* (w:) "Neural Networks", Vol. 61, s. 85-117. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608014002135>).

¹⁶⁰ **G. Hinton, G., O. Vinyals, J. Dean**, (2015). *Distilling the Knowledge in a Neural Network* (w:) *Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2015)*, s. 479-488.

(<https://arxiv.org/abs/1503.02531>).

¹⁶¹ **L. Wang, C. Xu** (2021). *Machine learning for industrial automation: A review* (w:) "Journal of Manufacturing Processes", Vol. 65, s. 12-25. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612520302514>).

¹⁶² **K. Christidis, M. Devetsikiotis** (2016). *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things* (w:) "IEEE Access", nr 4, 2292-2303. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/7467408>).

- **Bezpieczeństwo IoT: Zastosowanie technologii Blockchain do zabezpieczania komunikacji i transakcji między urządzeniami IoT, zapewniając ich integralność i autentyczność¹⁶³.**
- **Śledzenie produktów i zasobów: Implementacja rozwiązań Blockchain¹⁶⁴ do śledzenia pochodzenia i historii produktów oraz zasobów w całym łańcuchu dostaw.**

58. Rozwój biotechnologii i nanotechnologii¹⁶⁵:

- **Integracja biotechnologii w przemyśle: Stymulowanie rozwoju biotechnologii w sektorach takich jak medycyna, rolnictwo i przemysł chemiczny, poprzez wspieranie badań i współpracę z międzynarodowymi ośrodkami badawczymi.**
- **Nanotechnologie w produkcji: Wdrażanie nanotechnologii do procesów produkcyjnych, aby zwiększyć efektywność, trwałość i ekologiczność produktów.**

59. Integracja różnych technologii przemysłowych¹⁶⁶:

- **Konwergencja AI i IoT: Wykorzystanie integracji sztucznej inteligencji z Internetem rzeczy (AIoT) w celu optymalizacji procesów przemysłowych, zarządzania energią oraz poprawy wydajności¹⁶⁷.**
- **Systemy cyber-fizyczne (CPS): Rozwój i wdrażanie systemów cyber-fizycznych, które integrują zdolności obliczeniowe, komunikacyjne i kontrolne do zarządzania procesami przemysłowymi.**

60. Adaptacja przemysłu do zmian klimatycznych¹⁶⁸:

- **Zrównoważone procesy produkcyjne: Wdrażanie technologii produkcyjnych, które redukują emisję CO₂, zużycie wody i energii, oraz promowanie gospodarki obiegu zamkniętego.**
- **Infrastruktura oporna na zmiany klimatu: Budowa i modernizacja infrastruktury przemysłowej w sposób, który zwiększa jej odporność na ekstremalne zjawiska pogodowe i inne skutki zmian klimatycznych.**

61. Transformacja cyfrowa firm i przedsiębiorstw sektora MŚP:

¹⁶³ **A. Dorri, S. S. Kanhere, R. Jurdak** (2017). *Blockchain in Internet of Things: Challenges and Solutions* (w:) "IEEE Internet of Things Journal", Vol. 6, Issue 3, s. 4676-4688. (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8356553>).

¹⁶⁴ **D. Tapscott, A. Tapscott** (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin. (<https://blockchain-revolution.com>).

¹⁶⁵ **M. A. Ratner, D. Ratner** (2002). *Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea*. Prentice Hall. (<https://www.pearson.com/store/p/nanotechnology-a-gentle-introduction-to-the-next-big-idea/P100000134437>).

¹⁶⁶ **Y. Lu, X. Xu**, (2018). *Cloud-Based Manufacturing Equipment and Big Data Analytics to Enable On-Demand Manufacturing Services* (w:) "Robotics and Computer-Integrated Manufacturing", Vol. 54, s. 66-72. (<https://doi.org/10.1016/j.rcim.2018.05.011>).

¹⁶⁷ **L. Zheng, J. Zhu** (2021). *Internet of Things: Smart Sensors and Their Applications in Industrial Automation* (w:) "Journal of Industrial Information Integration", Vol. 23, Article 100263. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X21000033>).

¹⁶⁸ **IPCC** (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report*. (<https://www.ipcc.ch/sr15>).

- **Programy wsparcia dla MŚP: Opracowanie specjalnych programów wsparcia dla małych i średnich przedsiębiorstw, umożliwiających im wdrażanie technologii Przemysł 4.0/5.0¹⁶⁹.**
- **Platformy cyfrowe dla MŚP: Stworzenie platform cyfrowych, które ułatwiają MŚP dostęp do zasobów, narzędzi i usług niezbędnych do cyfrowej transformacji¹⁷⁰.**

62. Personalizacja produkcji i wspieranie rozwoju zaawansowanych technologii produkcyjnych. Implementacja rozwiązań generatywnej sztucznej inteligencji do systemów personalizacji produktów:

- **Projektowanie produktów:** Wykorzystanie generatywnej AI do projektowania nowych produktów i prototypów, co pozwala na szybszy rozwój innowacji i redukcję kosztów prototypowania¹⁷¹.
- **Mass customization: Zastosowanie technologii Przemysł 4.0 do produkcji dostosowanej do indywidualnych potrzeb klientów, umożliwiającej masową personalizację produktów¹⁷².**
- **Elastyczne linie produkcyjne: Wprowadzenie elastycznych linii produkcyjnych, które mogą szybko dostosować się do zmieniających się potrzeb i preferencji klientów¹⁷³.**
- **Personalizacja produktów:** Zastosowanie AI do personalizacji procesów produkcyjnych zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klientów. Użycie AI do tworzenia spersonalizowanych produktów na żądanie, co zwiększy konkurencyjność i zadowolenie klientów¹⁷⁴.

¹⁶⁹ S. Mittal, M. A. Khan, D. Romero, T. Wuest (2018). *A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs)* (w:) "Journal of Manufacturing Systems", nr 49, s. 194-214. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612518301198>).

¹⁷⁰ T. A. Moeuf, R. Pellerin, S. Lamouri, S. Tamayo-Giraldo, R. Barbaray (2018). *The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0* (w:) "International Journal of Production Research", nr 56(3), 1118-1136. (<https://www.tandfonline.com/doi/ful/10.1080/00207543.2017.1372647>).

¹⁷¹ S. Gogineni, J. Lee (2021). *Generative design and AI: An advanced approach to product design and innovation* (w:) "AI Open", Vol. 2, No. 1, s. 29-37. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589796020300055>).

¹⁷² B. J. Pine (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard Business School Press. (<https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=8945>).

¹⁷³ J. H. Gilmore, B. J. Pine (1997). *The four faces of mass customization* (w:) "Harvard Business Review", nr 75(1), s. 91-101. (<https://hbr.org/1997/01/the-four-faces-of-mass-customization>).

¹⁷⁴ N. Bostrom (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press (<https://global.oup.com/academic/product/superintelligence-9780198739838>).

- **Addytywne technologie produkcyjne: Wsparcie dla rozwoju i wdrażania technologii druku 3D oraz innych technik addytywnych, które mogą zrewolucjonizować procesy produkcyjne**¹⁷⁵.

63. **Polityka przemysłowa**¹⁷⁶ i regulacje sprzyjające innowacjom¹⁷⁷:

- **Ułatwienia prawne i regulacyjne: Wprowadzenie regulacji prawnych, które ułatwiają wdrażanie innowacji technologicznych w przemyśle, w tym uproszczenie procedur patentowych i wspieranie ochrony własności intelektualnej.**
- **Strategie narodowe: Opracowanie i realizacja narodowych strategii dotyczących rozwoju technologii przemysłowych, które zapewniają spójność i długoterminowe wsparcie dla innowacji.**

64. **Rozwój infrastruktury technologicznej**¹⁷⁸:

- **Szerokopasmowy Internet: Inwestycje w infrastrukturę szerokopasmowego Internetu w celu zapewnienia szybkiego i niezawodnego dostępu do sieci dla firm przemysłowych i technologicznych w całym kraju.**
- **Centra danych: Budowa nowoczesnych centrów danych, które będą wspierać przetwarzanie i analizę dużych zbiorów danych oraz rozwój usług opartych na chmurze.**

65. **Współpraca międzynarodowa**¹⁷⁹:

- **Partnerstwa z globalnymi firmami technologicznymi: Nawiązywanie współpracy z globalnymi liderami technologicznymi w celu transferu wiedzy i technologii do polskich firm.**
- **Programy wymiany międzynarodowej: Wdrażanie programów wymiany dla naukowców, inżynierów i studentów w celu zdobycia doświadczenia i najnowszej wiedzy technologicznej.**

¹⁷⁵ **A. Gebhardt** (2016). *Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing* (w:) "Hanser Publishers". (<https://www.hanser-elibrary.com/doi/book/10.3139/9781569905942>).

¹⁷⁶ **D. Rodrik** (2004). *Industrial Policy for the Twenty-First Century*, CEPR Discussion Paper No. 4767. (<https://www.sss.ias.edu/files/pdfs/Rodrik/Research/industrial-policy-twenty-first-century.pdf>).

¹⁷⁷ **K. Blind** (2016). *The Impact of Regulation on Innovation* (w:) "NESTA Working Paper Series", nr 16/13, s. 1-27. (https://www.nesta.org.uk/documents/204/impact_of_regulation_on_innovation_blind_2016.pdf).

¹⁷⁸ **A. Rosa, M. Novaes** (2020). *The Role of Broadband Internet in Economic Growth: A Simultaneous Approach* (w:) "Telecommunications Policy", Vol. 44, Issue 3, s. 101-122. (<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101941>).

¹⁷⁹ **R. Veugelers** (2016). *The Role of SMEs in Innovation in the EU: A Case for Policy Intervention?* (w:) "Review of Business and Economic Literature", Vol. 61, No. 2, s. 239-254. (<https://lirias.kuleuven.be/handle/123456789/555679>).