

PRZEDSIĘBIORSTWO ENERGETYCZNE W ŚWIETLE KONCEPCJI „COGNITIVE ENTERPRISE”: PRZEGLĄD LITERATURY

Olga PILIPCZUK

Uniwersytet Szczeciński, Szczecin, olga.pilipczuk@usz.edu.pl, ORCID 0000-0001-7078-2544

Streszczenie: W dzisiejszych czasach technologie informatyczne stały się popularnym narzędziem do rozwiązania wielu problemów pojawiających się w energetyce, takich jak tworzenie i zarządzanie technologiami odnawialnymi, oszczędzanie energii i poszukiwanie nowych źródeł. W ostatniej dekadzie opublikowano znaczną liczbę prac naukowych mających na celu wsparcie tych zadań. Pojawia się wiele nowych koncepcji takich jak przemysł 5.0, społeczeństwo 5.0, inteligentne miasto, inteligentne przedsiębiorstwo i inne. Z kolei kilka lat temu firma IBM wprowadziła koncepcję „przedsiębiorstwa kognitywnego” (PK) w miejsce „inteligentnego przedsiębiorstwa”, które zakłada m.in. wykorzystanie technologii kognitywnych do zwiększania inteligencji przedsiębiorstwa. Celem artykułu jest określenie aktualnych głównych kierunków badań nad koncepcją przedsiębiorstwa kognitywnego oraz jej adaptacją w przedsiębiorstwach energetycznych. Do realizacji celu wykorzystano metodę przeglądu literaturowego oraz podejście bibliometryczne. Analizy dokonano na podstawie danych otrzymanych z Google Scholar oraz bazy Web of Science. Dodatkowo do prezentacji wyników badań wykorzystano analizę konceptów lingwistycznych oraz statystyki opisowe. Przegląd literatury przedmiotu wykazał istotną lukę badawczą. Zarówno bazy Web of Science, jak i Google Scholar wskazują na wyraźny brak badań w tym zakresie. Chociaż opublikowano wiele wyników badań dotyczących koncepcji mających wpływ na organizacje z branży energetycznej, brakuje koncentracji na koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego.

Słowa kluczowe: przedsiębiorstwo kognitywne, sektor energetyczny, transformacja.

ENERGY ENTERPRISE IN THE LIGHT OF THE “COGNITIVE ENTERPRISE” CONCEPT: LITERATURE REVIEW

Abstract: Nowadays, information technologies have become a popular tool for solving many problems arising in the energy industry, such as creating and managing renewable technologies, saving energy and searching for new sources. Over the last decade, a significant number of scientific papers have been published to support these tasks. Many new concepts are emerging, such as industry 5.0, society 5.0, smart city, smart enterprise and others. In turn, a few years ago, IBM introduced the concept of the "cognitive enterprise" instead of the "intelligent enterprise", which assumes, among others, using cognitive technologies to increase enterprise intelligence. The aim of the article is to determine the current main directions of research on the concept of the cognitive enterprise and its adaptation in energy enterprises. To achieve the goal, the literature review method and the bibliometric approach were used. The analysis was

based on data obtained from Google Scholar and the Web of Science database. Additionally, the analysis of linguistic concepts and descriptive statistics were used to present the research results. A review of the literature on the subject revealed a significant research gap. Both the Web of Science and Google Scholar databases indicate a clear lack of research in this area. While much research has been published on concepts impacting energy organizations, there is a lack of focus on the concept of the cognitive enterprise.

Keywords: cognitive enterprise, energy sector, transformation.

1. Wprowadzenie

Transformacja cyfrowa napędza przekształcenie organizacji lub pojawienie się nowych, które są w stanie szybko uczyć się i adaptować się do warunków zmieniającego się otoczenia, wprowadzając innowacje w swoich procesach w celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej. Szczególnie trudno tego dokonać w branżach, które przechodzą własną transformację rynkową.

Światowy sektor energetyczny przechodzi liczne przemiany i przekształcenia. Ten fakt znacząco utrudnia wdrażanie w organizacjach nowatorskich rozwiązań i technologii. Technologie inteligentne, w tym kognitywne, stały się obecnie popularnym narzędziem wobec wielu wyzwań pojawiających się w energetyce, takich jak skuteczne tworzenie technologii odnawialnych, oszczędzanie energii i poszukiwanie jej nowych źródeł i wielu innych. W ostatniej dekadzie opublikowano znaczną liczbę prac naukowych mających na celu analizę wpływu nowych koncepcji, takich jak Przemysł 4.0 i 5.0, Społeczność 5.0, „przedsiębiorstwo inteligentne” oraz innych na działanie przedsiębiorstw w branży energetycznej. Ponadto, kilka lat temu firma IBM, jeden z liderów rynku technologii inteligentnych, wprowadziła na rynek koncepcję „Cognitive Enterprise” (przedsiębiorstwo kognitywne) podkreślając niezbędność transformacji przedsiębiorstw pod wpływem cyfryzacji (IBM, 2016; IBM, 2020).

Przedsiębiorstwo kognitywne to zastosowanie technologii kognitywnych do realizacji potrzeb biznesowych przedsiębiorstwa. U podstaw idei przedsiębiorstwa kognitywnego leży konwergencja nowych technologii, takich jak sztuczna inteligencja (AI), automatyzacja i robotyzacja, IoT, blockchain i 5G, Edge Computing (IBM, 2020).

Niestety ze względu na ciągłą transformację rynku energii wprowadzenie koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego może stać się dużym wyzwaniem.

Celem (artykułu) jest określenie głównych kierunków badań w zakresie transformacji przedsiębiorstw tradycyjnych w sektorze energetycznym pod wpływem rozwoju koncepcji „przedsiębiorstwo kognitywne” za granicą jak również i w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem branży energetycznej.

2. Przedsiębiorstwo kognitywne i jego korzyści dla branży energetycznej

Koncepcja przedsiębiorstwa kognitywnego firmy IBM została poparta przez wiele wiodących firm. Firma Oracle połączyła wiedzę IBM na temat branży, procesów i technologii oraz możliwości Red Hat z technologiami chmurowymi Oracle. Obie firmy mają doskonałą pozycję do wykorzystania połączenia nowoczesnych technologii i danych w celu zwiększenia przewagi konkurencyjnej. Uruchomiono kilka platform opartych na IBM Cognitive Enterprise i Oracle Cloud, w tym platformy dla opieki zdrowotnej, handlu detalicznego, ubezpieczeń i produktów przemysłowych (Oracle, 2019). Firma TietoEvry z kolei opracowała metodę transformacji organizacji do poziomu przedsiębiorstwa kognitywnego. Metodologia „Designed to run” pomaga szybciej osiągać korzyści skracając czas wprowadzania produktów na rynek, poprawiając cyfrowe doświadczenia klientów i tworząc w dłuższej perspektywie kulturę firmy skoncentrowaną na innowacjach (TietoEvry, 2021). Ponadto, od jakiegoś czasu firma Deloitte świadczy usługi z zakresu robotyki i automatyzacji poznawczej (RCA) na drodze ku tworzeniu przedsiębiorstwa kognitywnego (Deloitte, 2023). Pulpit kognitywny firmy Algomox (Cognitive Enterprise Dashboard) umożliwia mapowanie zwrotów z inwestycji IT pod względem wartości biznesowej (Algomox, 2023). Grupa IBA stworzyła platformę kognitywną do zarządzania danymi korporacyjnymi - Cognitive Enterprise Data Platform (CEDP). Platforma ta ułatwia pozyskiwanie, udostępnianie i integrowanie danych korporacyjnych (IBA Group, 2023).

Chociaż koncepcję przedsiębiorstwa kognitywnego opracowano dość niedawno, obecnie tylko niektóre ośrodki edukacyjne proponują kursy oraz szkolenia w tym zakresie. Tak, na przykład, RACC Australia świadcząca usługi edukacyjne i emigracyjne stworzyła kurs “Master of Cognitive Enterprise” trwający 2 lata dla specjalistów obejmujących lub aplikujących na stanowiska analityk biznesowy, konsultant do spraw przedsiębiorstw kognitywnych, inteligentnych przepływów pracy, projektant Garage UX, menadżer do spraw projektów informatycznych. Kurs pod podobną nazwą, lecz krótszy proponuje też Federation University Australia.

Przedsiębiorstwa kognitywne dokładnie rozumieją swoich klientów i ich potrzeby, wykorzystują sztuczną inteligencję i automatyzację do projektowania i realizacji nowych doświadczeń, a także kultywują kulturę organizacyjną umożliwiającą uczenie się i adaptację.

Przedsiębiorstwo kognitywne to takie, które inwestuje w dane i technologie, które pozwalają wszystkim pracownikom, działać na wyższym, bardziej wydajnym i produktywnym poziomie. Ani sztuczna inteligencja, ani samo uczenie maszynowe nie czynią organizacji kognitywną. Inteligencja wymaga podejścia kulturowego, które pomaga odejść od koncepcji tradycyjnych i własności korporacyjnej.

Centralną częścią koncepcji PK są inteligentne przepływy pracy zorientowane na klienta. Przepływy pracy dzięki sztucznej inteligencji, robotyzacji i uczeniu maszynowemu, zapewniają możliwość humanizacji dostarczania usług biznesowych klientom (Ramados, 2019).

Ponadto, według punktu widzenia firmy Tietoevry, istnieje związek pomiędzy zrównoważonym rozwojem a koncepcjami kognitywnego przedsiębiorstwa (Tietoevry, 2021). Podkreślają znaczenie tworzenia zrównoważonej i innowacyjnej kultury w całej organizacji.

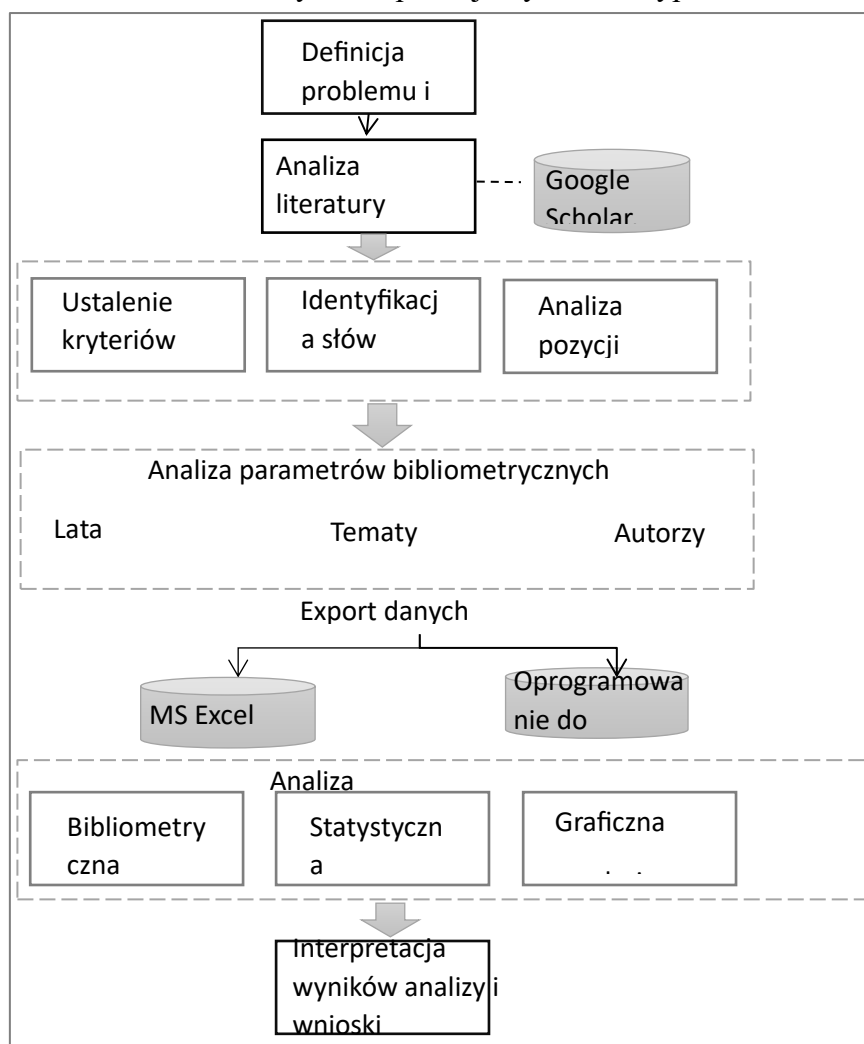
Wprowadzenie koncepcji PK w sektorze energetycznym może przynieść wiele korzyści. Po pierwsze, sztuczna inteligencja i obliczenia kognitywne w sieciach energetycznych pozwalają pokonać trudności w utrzymaniu równowagi sieci. Co więcej, korzystając ze sztucznej inteligencji, firmy mogą oceniać, analizować i kontrolować uczestników podłączonych za pośrednictwem inteligentnych sieci. Łącząc energię odnawialną z magazynowaniem opartym na sztucznej inteligencji, przedsiębiorstwa usprawniają zarządzanie magazynowaniem energii, zwiększają wartość biznesową i minimalizują straty energii. Sztuczna inteligencja wykorzystywana jest w inteligentnych sieciach do kontrolowania bilansu sieci, a także monitorowania stanu aktywów energetycznych. Ponadto, metody sztucznej inteligencji mogą pomóc w ulepszeniu prognozowania, obniżeniu kosztów i oszczędzaniu energii. Dzięki sztucznej inteligencji dostawcy mogą optymalnie wykorzystać swoje zasoby, zwiększając w ten sposób efektywność.

Powstało wiele prac naukowych na temat inteligentnego magazynowania i optymalizacji energii. W obszarze zarządzania zasobami prace można obecnie podzielić na dwie główne, często powiązane ze sobą grupy: sztuczna inteligencja w zarządzaniu zasobami oraz zrównoważone zarządzanie zasobami (Ali, Choi, 2020; Ahmad i in. 2021; . Raval i in. 2021; Bensiali i in. 2023; Pikus, Wąs, 2023; He i in. 2022; Abdalla i in. 2021; Luo i in. 2020; Kumar 2023; Rangel-Martinez, 2021; Gajdzik, 2022; Chmielewski i in. 2018; Kaczorowska i in. 2023). Rozwiązania AI mogą pomóc w prognozowaniu tym samym unikając przyszłych katastrof: przewidywaniu przeciążenia systemu, awarii, a także korozji, pęknięć, usterek itp.. Koszt błędów w energetyce jest niezwykle wysoki. Wymagana jest zatem precyzja podejmowania decyzji i prognozowania na najwyższym poziomie. Dzięki technologii głębokiego uczenia się (deep learning) możliwe jest przeniesienie prognozowania na wyższy poziom.

3. Metoda badawcza

Procedura badawcza została zaplanowana w układzie tradycyjnym (Rys.1). Najpierw ustalono problem badawczy oraz cele badawcze. Po określeniu problemu badawczego dokonano wyboru literatury tematu. Przeanalizowano pozycje literaturowe dotyczące przedsiębiorstw kognitywnych na podstawie danych uzyskanych w Web of Science oraz Google Scholar. Wybór źródeł został uzasadniony potrzebą analizy pozycji literaturowych we wszystkich językach, a zwłaszcza w języku polskim. Użyto następujących słów kluczowych: w języku angielskim „cognitive enterprise” AND „energy”, a także „cognitive enterprise” AND „energy”, AND „Poland” OR „polish”, w języku polskim w Google Scholar - „przedsiębiorstwo kognitywne” „energetyka”, „energia”, „Polska”, „polski”.

Po uzyskaniu wyników analizie poddano następujące parametry bibliometryczne: lata autorów oraz tematy prac. Do wizualizacji wyników zastosowano obrazy chmury wyrazów. Po realizacji badań dokonano analizy i interpretacji wyników, wyprowadzono wnioski.



Rysunek 1. Procedura badawcza

4. Wyniki badań

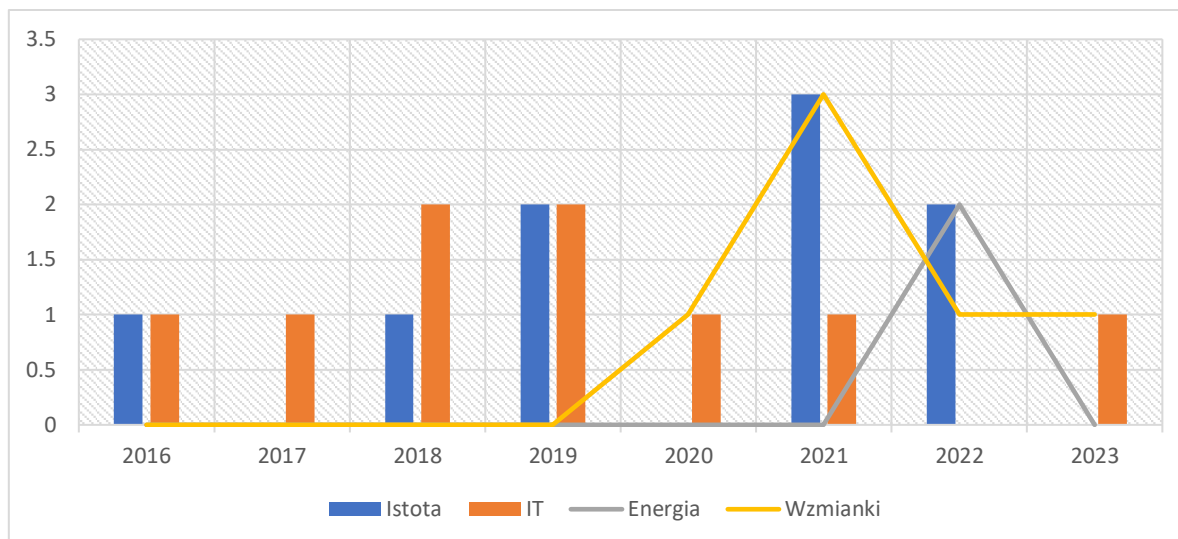
W pierwszym etapie przeanalizowano wyniki analizy literatury na temat przedsiębiorstwa kognitywnego według danych Web of Science. Ze względu na to, że zostało znalezione zbyt mało pozycji, dalszą analizę przeprowadzono za pomocą Google Scholar. W Google Scholar odnaleziono 17 artykułów naukowych dotyczących koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego. W sześciu z nich koncepcja przedsiębiorstwa kognitywnego została omówiona tylko powierzchownie albo znaleziono krótką wzmiankę na temat koncepcji. Do analizy dołączono publikacje autorstwa IBM, żeby prześledzić tendencję rozwoju koncepcji.

Literaturę podzielono na 4 obszary tematyczne:

- istota, rola oraz zasady funkcjonowania (IBM, 2020; Schatsky i in., 2016; Ramadoss, 2019; Elia, Margherita, 2021; IBM, 2016; Foster, 2018; Foster, 2021; Bellissimo, 2021),
- narzędzia informatyczne (IT) w PK (Moisescu, i in. 2019; Profiroiu, i in. 2020; Panneerselvam, 2021; Mattyasovszky-Philipp, Molnár, 2018; Boyer, 2017; Dumitrache i in., 2019; Mattyasovszky-Philipp, 2018; Gabrielli, Ballarin, 2023),
- PK w sektorze energetycznym (Pilipczuk, 2022a, Pilipczuk, 2022b),
- pozostałe publikacje wymieniające koncepcję PK (Raje, 2021; Afriliana i in., 2022; Payraudeau i in., 2021; Bhadra, 2023; Seshank, Pritu, 2020; Athota, Athota, 2021).

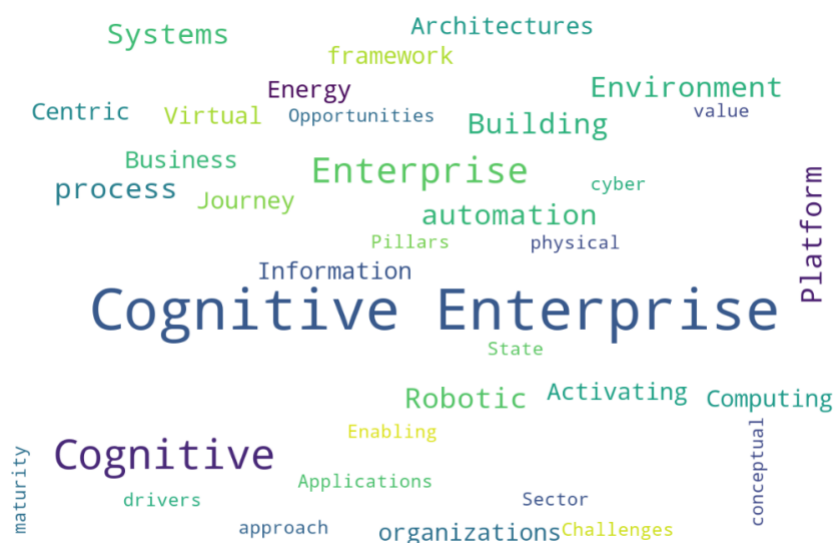
Z analizy wynika, że w chwili obecnej koncepcja znajduje się raczej na etapie opracowań teoretycznych, chociaż co roku pojawia się przynajmniej jedna publikacja na temat zastosowań technologii informatycznych w procesie realizacji koncepcji. Większość z pozycji literaturowych dotyczących istoty PK jest autorstwa pracowników firmy IBM. Pierwsze publikacje firmy odnotowano w 2016 roku. Brakuje artykułów i badań naukowych w tym zakresie. Z drugiej strony koncepcja PK jest koncepcją dość nową, wzmianki w artykułach naukowych odnotowano dopiero po ukazaniu się opisu koncepcji w 2019 roku (rys.2).

Chociaż prace opisujące perspektywy tworzenia przedsiębiorstwa kognitywnego rozpoczęto wcześniej, już w 2016-2017 roku. Prace nad istotą funkcjonowania przedsiębiorstwa kognitywnego stanowiły 45% wszystkich przeanalizowanych pozycji literaturowych, pracy nad narzędziami informatycznymi - 30%, prace nad wprowadzeniem koncepcji w przedsiębiorstwach energetycznych – 7%. Natomiast 20% prac zawierały tylko wzmianki na temat koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego.



Rysunek 2. Analiza literatury dotyczącej koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego w podziale na 4 obszary tematyczne

W kolejnym kroku zaprezentowano wyniki analizy literaturowej za pomocą oprogramowania WordCloud Generator wspomagającego tworzenie chmur wyrazów. Na rysunku 3 zaprezentowano chmurę wyrazów prezentującą wyniki badań. Przeanalizowano 50 wyrazów ze względu na zastosowane ograniczenie liczby liter do 5 co pozwoliło na wyeliminowanie wyrazów pomocniczych. Jako główne kierunki aktualnych badań obrano przeważnie tematy dotyczące rozwoju ukonceptcji, opracowania z perspektywy metodologicznej: metodologii, podejść i modeli, opracowania z perspektywy technologicznej: architektury, systemów i platform, a także określenie problemów i wyzwań powstających w procesie tworzenia i implementacji koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego oraz sposobów ich zwalczania.



Rysunek 3. Chmura wyrazów „przedsiębiorstwo kognitywne”

Dokonując przeglądu czasopism polskich ustalono, że koncepcja przedsiębiorstwa kognitywnego nie została jeszcze ujęta w pracach naukowych.

Chociaż w literaturze polskiej jeszcze koncepcja PK nie nabrała rozpowszechnienia, niektórzy autorzy polscy dostrzegają znaczenie technologii kognitywnych dla przyszłości sektora energetycznego. Tak Kinecki Grzegorz w czasopiśmie „Rynek energii” zaznacza, że koncepcja Przemysł 4. „charakteryzuje się zdolnością do przekształcania gospodarek, miejsc pracy i społeczeństw przez wprowadzenie nowych technologii i procesów, w tym technologii kognitywnych. Takie mega-procesy jak digitalizacja, automatyzacja, robotyzacja i wspierająca je sztuczna inteligencja, IoT, uczenie maszynowe coraz bardziej przenikają do świata i biznesu i do subsektora elektroenergetycznego. Warto zatem umieścić przedsiębiorstwo energetyczne w tym otoczeniu i przedstawić jego rolę, aby lepiej dopasować stosowane instrumenty” (Kinelski, 2020). Józef Flizikowski w pracy „Kognitywne monitorowanie przetwórstwa” podkreśla, że temat systemów poznawczych stanowi przedmiot badań dużych korporacji, dzięki czemu będzie postępował rozwój przemysłu (Flizikowski, 2014). Hernes i Bytniewski omawiają możliwość zastosowania kognitywnego zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania do wspomagania koncepcji Big Management (Bytniewski, Hernes, 2016).

5. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa energetyczne stoją w obliczu radykalnej zmiany swojego funkcjonowania ze względu na ciągłą transformację oraz pojawienie się nowych technologii odnawialnych. Inteligentne sieci komputerowe, rozwój narzędzi komunikacji, możliwość pracy zdalnej oraz wymiana danych i informacji w czasie rzeczywistym z jednej strony umożliwiają tworzenie nowych modeli i koncepcji biznesu, z drugiej zaś – zmuszają do zwiększenia potencjału innowacyjności w celu utrzymania przewagi konkurencyjnej w ramach nowo tworzonych rozwiązań.

Coraz szersze zastosowanie technologii kognitywnych umożliwia organizacjom tworzenie nowej wartości w oparciu o zwiększoną odporność, świadomość sytuacyjną, zwinność i doskonałość operacyjną. Chociaż idea przedsiębiorstwa kognitywnego już znajduje zastosowanie w praktyce, w literaturze nadal brakuje prac naukowych dotyczących teoretycznego ujęcia tego pojęcia, a także prac wspomagających adaptację tej koncepcji do rzeczywistości polskich przedsiębiorstw. Obecnie prace koncentrują się na kilku kierunkach badawczych: rozwojem koncepcji, metodologii, podejść i modeli, architektury, systemów i platform, a także określeniu problemów i wyzwań w procesie tworzenia i implementacji koncepcji przedsiębiorstwa kognitywnego oraz sposobów ich zwalczania.

Bibliografia

1. Abdalla, A. N., Nazir, M. S., Tao, H., Cao, S., Ji, R., Jiang, M., Yao, L. (2021). Integration of energy storage system and renewable energy sources based on artificial intelligence: An overview. *Journal of Energy Storage*, 40, 102811.
2. Afriliana, N., Gaol, F. L., Supangkat, S. H., Ranti, B. (2022). Intelligent Digital Enterprise Architecture: Perspectives, Trends, and Technologies. In *2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, IEEE, pp. 1-5.
3. Ahmad, T., Zhang, D., Huang, C., Zhang, H., Dai, N., Song, Y., Chen, H. (2021). Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125834.
4. Algomox. <https://www.algomox.com/it-dashboard/>
5. Ali, S. S., Choi, B. J. (2020). State-of-the-art artificial intelligence techniques for distributed smart grids: A review. *Electronics*, 9(6), 1030.
6. Athota V. S., Athota, V. S. (2021). Impact of Fixed vs Growth Mindset in Organizations. *Mind over Matter and Artificial Intelligence: Building Employee Mental Fitness for Organisational Success*, pp. 29-37.
7. Bellissimo, J. (2021). *The Cognitive Enterprise: Reinventing your company with AI*.
8. Bensiali, N., Benalia, N., Zerzouri, N. (2023). Performance Enhancement of PV System using Artificial Neural Network (ANN) as a Maximum Power Point Tracking. *Przeglad Elektrotechniczny*, 99(4).
9. Bhadra P., Chakraborty S., Saha S. (2023). Cognitive IoT Meets Robotic Process Automation: The Unique Convergence Revolutionizing Digital Transformation in the Industry 4.0 Era. In *Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation*, pp. 355-388. Singapore: Springer Nature Singapore.
10. Boyer, J. M. (2017). *Federating natural language question answering services of a cognitive enterprise data platform*. In *Proceedings of the 27th Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 241-246.
11. Bytniewski, A., Hernes, M. (2016). Kognitywny zintegrowany system informatyczny zarządzania wspomagający Big Management, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie*, Nr 23 t.1, s. 7–15.
12. Chmielewski, A., Możaryn, J., Gumiński, R., Bogdziński, K., Szulim, P. (2018). Experimental evaluation of mathematical and artificial neural network modeling of energy storage system. In *Dynamical Systems in Applications: Łódź, Poland December 11–14, 2017* 14 (pp. 49-62). Springer International Publishing.
13. Dumitrache, I., Caramihai, S. I., Moisescu, M. A., Sacala, I. S. (2019). *Neuro-inspired Framework for cognitive manufacturing control*. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 910-915.

14. Elia, G. Margherita, A. (2021). *A conceptual framework for the cognitive enterprise: Pillars, maturity, value drivers*. Technol. Anal. Strateg. Manag. 2021, 34, pp. 377–389.
15. Flizikowski, J. (2014). Kognitywne monitorowanie przedsiębiorstwa. Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego, 2(10), s. 5-12.
16. Foster, M. (2018). The Cognitive Enterprise, Part 1: The Journey to AI and the Rise of Platform-Centric Business Architectures.
17. Foster, M. (2021). *The Virtual Enterprise: The Cognitive Enterprise in a virtual world*. IBM Institute for Business Value.
18. Gabrielli M., Ballarin A. (2023). *La gestione dei progetti di intelligenza artificiale in un'azienda cognitiva*. La gestione dei progetti di intelligenza artificiale in un'azienda cognitiva, pp 41-45.
19. Gajdzik, B. (2022). Steel company in Industry 4.0: diagnosis of changes in direction to smart manufacturing based on case study. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja I Zarządzanie, 193–211. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2022.160.13>
20. He, Z., Guo, W., Zhang, P. (2022). Performance prediction, optimal design and operational control of thermal energy storage using artificial intelligence methods. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 156, 111977.
21. IBA Group. <https://pl.ibagroupit.com/cases/cognitive-enterprise-data-platform/>
22. IBM. (2016). Accelerating a more cognitive enterprise, <https://docs.broadcom.com/doc/12380279>
23. IBM. (2020). Building cognitive enterprise <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/build-cognitive-enterprise>
24. Kaczorowska, D., Rezmer, J., Janik, P., Sikorski, T. (2023). Smart control of energy storage system in residential photovoltaic systems for economic and technical efficiency. Archives of Electrical Engineering, pp. 81-102.
25. Kinelski, G. (2020). Gospodarka cyfrowa i jej narzędzia pomiaru efektywności przedsiębiorstw energetycznych, Rynek Energii, Nr 2, s. 61—72.
26. Kumar, N. (2023). Artificial intelligence and machine learning applications in energy storage system: technology overview and perspectives. Emerging Trends in Energy Storage Systems and Industrial Applications, pp.1-26.
27. Luo, Z., Yang, X., Wang, Y., Liu, W., Liu, S., Zhu, Y., Deng, Y. (2020). A survey of artificial intelligence techniques applied in energy storage materials R&D. *Frontiers in Energy Research*, 8, 116.
28. Mattyasovszky-Philipp D. (2018). *Research on Cognitive Information Systems in Enterprise Environment*. In DAMDID/RCDL, pp. 232-237.
29. Mattyasovszky-Philipp D., Molnár B. (2018). *Cognitive Enterprise and Cognitive Information Systems*. In *THE 11TH CONFERENCE OF PHD STUDENTS IN COMPUTER SCIENCE*, p. 64.

30. Moisescu, M. A., Sacala, I. S., Dumitrache, I., Caramihai, S. I., Barbulescu, B., Danciuc, M. (2019). *A cyber-physical systems approach to cognitive enterprise*. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 7(1), pp. 337-342.
31. Oracle. (2019). The Cognitive Enterprise—Powered by IBM and Oracle <https://blogs.oracle.com/profit/post/the-cognitive-enterprisepowered-by-ibm-and-oracle>
32. Panneerselvam, A. (2021). *Intelligent Workflow Adaptation in Cognitive Enterprise: Design and Techniques*. In Operationalizing Multi-Cloud Environments: Technologies, Tools, and Use Cases, Cham: Springer International Publishing, pp. 309-324.
33. Payraudeau, J. S., Marshall, A., Jacob, D., Handa, R. (2021). How tech-savvy organizations are outperforming their peers during the pandemic. *Strategy & Leadership*, 49(2), 29-35.
34. Pikus, M., Waś, J. (2023). Using Deep Neural Network Methods for Forecasting Energy Productivity Based on Comparison of Simulation and DNN Results for Central Poland—Swietokrzyskie Voivodeship. *Energies*, 16(18), 6632.
35. Pilipczuk O. (2022). Building the Cognitive Enterprise in the Energy Sector. *Energies*, 15(24), 9479.
36. Pilipczuk O. (2022). Cognitive Computing—Will It Be the Future “Smart Power” for the Energy Enterprises? *Energies*, 15(17), 6216.
37. Profiroiu, C. M., Vlad, C., Sugiyama K., Kokusho K., Tajiri F. (2020). *State-of-the-Art Technology Practices in Corporate Communications and Global Talent Operations—Building and Activating a Cognitive Enterprise* (NTT Communications Case Study). *Revista de Management Comparat International*, 21(2), pp. 136A-145.
38. Raje, S., Kervin, K., Issaie, N., Channapatna, M. (2021). Accelerating Data Discovery with an Ontology-driven Tool for an Enterprise-scale Data Lake Environment. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Vol. 35, No. 18, pp. 16100-16102.
39. Ramadoss B. (2019). Enabling A Cognitive Enterprise, The Cognitive Enterprise: Activating Cognitive DNA <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/08/28/the-cognitive-enterprise-activating-cognitive-dna/?sh=607b669e58bf>.
40. Rangel-Martinez, D., Nigam, K. D. P., Ricardez-Sandoval, L. A. (2021). Machine learning on sustainable energy: A review and outlook on renewable energy systems, catalysis, smart grid and energy storage. *Chemical Engineering Research and Design*, 174, pp. 414-441.
41. Raval, M., Bhardwaj, S., Aravelli, A., Dofe, J., Gohel, H. (2021). Smart energy optimization for massive IoT using artificial intelligence. *Internet of Things*, 13, 100354.

42. Schatsky D., Muraskin C., Iyengar K. (2016). *Robotic process automation: A path to the cognitive enterprise*. www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/3451_Signals_Robotic-process-automation/DUP_Signals_Robotic-process-automation.pdf.
43. Seshank, B., Pritu, P. (2020). Ecosystems, environment, and hot data. *Steel Times International*, (15), 38-45.
44. Tietoevry. (2021). Designed to run. <https://www.tietoevry.com/en/campaigns/2021/cognitive-enterprise/>