

*Bogusław Bembenek*

Politechnika Rzeszowska

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1147>

## Transformacja cyfrowa jako współczesne wyzwanie strategiczne w zarządzaniu klastrem

### Streszczenie

Artykuł koncentruje się na charakterystyce transformacji cyfrowej jako współczesnego wyzwania strategicznego w zarządzaniu klastrem. Składa się z czterech części, logicznie ze sobą powiązanych, w których odniesiono się do metodyki badań własnych, istoty transformacji cyfrowej, strategicznego wymiaru dojrzałości cyfrowej klastrów w Polsce oraz doświadczeń i dobrych praktyk w zakresie cyfryzacji klastra zaawansowanego technologicznie mającego status Krajowego Klastra Kluczowego (KKK). W badaniach własnych wykorzystano potencjał analizy literatury przedmiotu i danych zastanych (*desk research*) oraz metody studium przypadku (*case study*). Rozważania naukowe podkreślają, że sprawna transformacja cyfrowa klastrów sprzyjać może uzyskiwaniu wymiernych, różnorodnych korzyści, m.in. w zakresie przedsiębiorczości, innowacyjności i konkurencyjności. Wymaga jednak myślenia i działania strategicznego, zaangażowania organizacyjnego i ciągłego doskonalenia kompetencji cyfrowych w różnym wymiarze.

**Słowa kluczowe:** klastery, zarządzanie rozwojem, transformacja cyfrowa, dojrzałość cyfrowa

**Kody klasyfikacji JEL:** D23, D85, F63, L14, L21, L26, M11, M21, O14, O15, O33, R11

## 1. Wprowadzenie

Współczesne klastry to w znacznej mierze przedsiębiorcze i celowo zorientowane organizacje sieciowe, obiekty zorganizowane, pozbawione zazwyczaj sztywnych granic, współtworzone przez wzajemnie oddziałujące, zakorzenione regionalnie lub lokalnie organizacje komercyjne, społeczne i publiczne, które nie tylko współpracują, ale także konkurują między sobą. Ich instytucjonalni koordynatorzy (organizacje klastrowe, organizacje zarządzające klastrem) to z reguły osoby prawne, które organizują i animują rozwój interakcji, powiązań, przepływów wiedzy i współpracy w klastrach, jednocześnie świadcząc wyspecjalizowane usługi na rzecz ich członków oraz zapewniając odpowiednie warunki do sprawnego funkcjonowania klastrow w przestrzeni krajowej i międzynarodowej [Piotrowski, 2015, s. 5]. Podejmując się tego typu złożonej aktywności społeczno-gospodarczej są świadomi swojej odpowiedzialności moralnej, prawnej i finansowej, potrzeby zaangażowania organizacyjnego i optymalnego wykorzystania zasobów w ramach przyjętego systemu i modelu zarządzania klastrem.

Pomimo tego, że zarządzanie klastrem w literaturze przedmiotu bywa różnie interpretowane, niemniej jednak zachowane są podstawowe warunki w tym zakresie tj. [Sudoł, 2014, s. 14]:

- dotyczy zespołowej i profesjonalnej działalności ludzi, działań podejmowanych wspólnie dla realizacji przyjętego celu przez większy lub mniejszy zespół ludzi, reprezentujących członków klastra i organizację klastrową,
- jest złożonym procesem dokonującym się w klastrze (organizacji, instytucji), niezależnie od jego formy organizacyjno-prawnej, wielkości, struktury przestrzennej i rodzaju działalności, gdzie organ zarządzający (organ władzy) przez realizację funkcji kierowniczych ma wpływ na funkcjonowanie i rozwój klastra (organizacji),
- jest ciągiem procesów informacyjno-decyzyjnych, przez co jego doskonalenie musi się wiązać z organizacyjnym uczeniem się, rozszerzeniem pozyskiwanych informacji, postępowaniem w ich przetwarzaniu i interpretacji, rozwojem metod podejmowania decyzji,
- jest działalnością kierowniczą, w której cele osiąga się poprzez planowanie działań, ich organizowanie, motywowanie ludzi do określonych postaw i zachowań, a także poprzez sprawną kontrolę.

Według Lilli Knop [2013, s. 333] z chwilą, gdy zaciera się granica pomiędzy otoczeniem a całym klastrem, w procesach zarządzania i koordynacji klastrem widoczna jest pewna ewolucja, tj. od samozarządzania i zarządzania partycypacyjnego do zarządzania, które oddaje się w ręce szczególnie powołanych jednostek. Należy jednak pamiętać, że każdy członek klastra jako interesariusz wewnętrzny oczekuje różnych, konkretnych korzyści. To sprawia, że organizacja klastrowa permanentnie poszukuje wciąż nowych możliwości i sposobów kreowania wartości w klastrze, zmagając się z różnymi wyzwaniami rozwojowymi. Jednym z tych wyzwań jest transformacja cyfrowa, która przenika wszystkie aspekty aktywności klastra.

## 2. Metodyka badań własnych

Celem artykułu jest charakterystyka wybranych aspektów transformacji cyfrowej traktowanej jako współczesne wyzwanie strategiczne w zarządzaniu klastrem. Głównymi przesłankami wyboru problematyki badawczej były nie tylko luki wiedzy w zakresie cyfryzacji klastrów, ujawnione w trakcie analizy literatury przedmiotu, ale także własne zainteresowania badawcze dotyczące klasteringu. Potrzeba poznania naukowego cyfryzacji klastrów może przyczynić się do rozwoju wiedzy w tym obszarze, a także stymulować otwartą dyskusję o różnych sposobach, możliwościach i barierach transformacji cyfrowej dokonującej się na płaszczyźnie aktywności organizacji klastrowej, członków i całego klastra. Wybrany problem badawczy jest ważny nie tylko z punktu widzenia rozwoju teorii klastra, ale także istotny dla praktyki gospodarczej. W warunkach gospodarki opartej na wiedzy stale rosnące znaczenie powiązań sieciowych, w tym powiązań klastrowych, czyni klastry ważnym obiektem badawczym dla nauki i gospodarki ze względu chociażby na to, że koncepcja klastrów użyteczna jest w nowoczesnych modelach innowacji i polityki innowacyjnej [Winiarski, 2018, s. 169; Kowalski, 2020, s. 87–90].

W procesie badawczym zastosowano klasyczne metody tj. analizę danych zastanych (*desk research*), analizę literatury przedmiotu, metodę studium przypadku (*case study*). Te typowe, powtarzalne sposoby zbierania, opracowywania, analizy i interpretacji danych pozwoliły na uzyskanie odpowiedzi na trzy pytania badawcze:

- 1) W czym wyraża się istota transformacji cyfrowej i dojrzałości cyfrowej w klastrach?
- 2) W jaki sposób niejednorodność założeń ontologicznych i epistemologicznych tkwiących u podstaw transformacji i dojrzałości cyfrowej przejawia się w praktyce klasteringu?
- 3) Jakie są dobre praktyki i doświadczenia Mazowieckiego Klastra ICT w zakresie cyfryzacji?

Pytania badawcze, które są mocno osadzone w realiach praktyki gospodarczej, pozwoliły na uporządkowanie treści i układu artykułu oraz prowadzenie badań własnych. W ramach przyjętej koncepcji artykułu bardzo użyteczną była aktualna i popularna metoda studium przypadku, gdyż zapewnia inspirującą poznawczo perspektywę badawczą, a ponadto [Pizło, 2009, s. 246–250; Matejun, 2011, s. 205; Mizerek, 2017, s. 9–22]:

- koncentruje się zazwyczaj na pojedynczym przypadku jako obiekcie badań,
- w sposób opisowy, syntetyczny i wyjaśniający pozwala przybliżyć rzeczywiste problemy uwzględnione w badaniach,
- jej punktem wyjściowym może być teoria służąca interpretacji analizowanych zjawisk,
- jest uniwersalną metodą jakościową stosowaną zarówno w podejściu nomotetycznym, którego celem jest formułowanie ogólnych praw i zasad naukowych, jak i idiograficznym, którego celem jest prezentacja i wyjaśnienie jednostkowych faktów i zdarzeń,
- wpisuje się w nurt metodologii interpretatywnej i indukcyjny charakter nauk o zarządzaniu i jakości, wspierając realizację postulatów eklektyzmu metodologicznego, wzbogacając cały proces badawczy oraz przyczyniając się w ten sposób do zapewnienia efektywności poznawczej i pragmatycznej.

W projektowaniu badań własnych uznano, że konkretnym przypadkiem, który pozwoli odkryć jego wyjątkowość, niepowtarzalność i złożoność, a tym samym może dostarczyć wielu ważnych informacji, będzie współczesna aktywność Mazowieckiego Klastra ICT jako jednego z przedstawicieli grupy Krajowych Klastrow Kluczowych (KKK). Oczywiście każdy klastrowy ma własną, indywidualną historię, gdyż jest złożoną, funkcjonalną całością wyodrębnioną z otoczenia w różnych kontekstach, jednakże nie każdy jego instytucjonalny koordynator informuje interesariuszy zewnętrznych poprzez stronę internetową o rozwoju m.in. w zakresie cyfryzacji. Z uwagi na fakt, że głównym źródłem informacji były strony internetowe klastrowy, organizacji klastrowy i podmiotów związanych z rozwojem klasteringu, dlatego po wstępnej analizie tych źródeł zdecydowano o wyborze przypadku Mazowieckiego Klastra ICT jako klastra zaawansowanego technologicznie. W konsekwencji wybrany do badań przypadek dał się wyraźnie wyodrębnić jako celowo zorientowana organizacja sieciowa, a analizowane jego doświadczenia i dobre praktyki wzmocniły wartość prowadzonych rozważań naukowych w ramach tego artykułu.

### 3. Transformacja cyfrowa – próba syntezy

Wszechobecna cyfryzacja stanowi współcześnie jedno z najważniejszych uwarunkowań zmian w różnych obszarach aktywności gospodarczej, społecznej i technologicznej, zmienia istotę działania organizacji i sposoby tworzenia wartości, gdyż jest fundamentem inteligentnej automatyzacji, robotyzacji, prosumpcji, logistyki i komunikacji [Skowronek-Mielczarek, 2021, s. 25; Gwiazdziński, 2020, s. 21]. Stała się podstawowym filarem rozwoju przemysłu 4.0 i przejawem adaptacji do funkcjonowania w warunkach gospodarki cyfrowej [Grynia, 2022, s. 18; Łącka, Wojdyła, 2023, s. 259]. W tym kontekście Wojciech Cieśliński [2020, s. 334] uważa, że procesy cyfryzacji stanowią krytyczną dla organizacji konieczność rozwoju organizacyjnego w kierunku nowych modeli funkcjonowania, opartych na sprawnym przetwarzaniu danych, wykorzystaniu technologii cyfrowych i dostarczaniu wiedzy w czasie rzeczywistym nie tylko dla klienta wewnętrznego, ale także zewnętrznego. Oczywiście rolą technologii cyfrowych jest przyspieszenie zmian rozwojowych i otwarcie organizacji na nowe możliwości, przez co powinny być traktowane jako narzędzie, a nie cel transformacji cyfrowej [Adamczewski, 2017, s. 14]. Warto zaznaczyć, że cyfryzacja organizacji może następować stopniowo, począwszy od przeniesienia części danych do chmury czy wirtualizacji niektórych procesów [Klimczak i in., 2022, s. 58]. Komisja Europejska w obliczu dużego zróżnicowania zaawansowania cyfryzacji w poszczególnych krajach Unii Europejskiej promuje narzędzie do mierzenia cyfrowego rozwoju tj. wskaźnik gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (*The Digital Economy and Society Index*, DESI), który uwzględnia przykładowo zasięg stałych łączy szerokopasmowych; zasięg, szybkość i wydajność sieci IT; kapitał ludzki w obszarze kompetencji cyfrowych; wykorzystanie Internetu i cyfrowe usługi publiczne [Goździewska-Nowicka i in., 2019, s. 176–179; Kusto i in., 2023, s. 115]. Jest to związane m.in. z zamiarem UE stworzenia jednolitego rynku

cyfrowego, tak aby cyfrowość była siłą napędową wzrostu gospodarczego [Goliński, 2019, s. 161]. W pomiarze cyfryzacji organizacji mogą być pomocne m.in.: wskaźnik intensywności cyfrowej procesu innowacyjnego, który mierzy poziom rzeczywistego wykorzystania narzędzi cyfrowych w procesie zarządzania innowacjami, czy wskaźnik pokrycia cyfrowego procesu innowacyjnego, który opisuje w jakim stopniu poszczególne fazy procesu innowacji są wspomagane przez narzędzia cyfrowe [Łobacz i in., 2023, s. 114]. Warto dodać, że zmniejszenie dystansu do cyfrowych liderów możliwe jest poprzez przyspieszenie cyfryzacji sektorów gospodarki, rozwój nowych sektorów cyfrowych opartych na Internecie Rzeczy, *big data*, automatyzacji, personalizacji i sztucznej inteligencji, a także korzystanie z najlepszych praktyk liderów w rozwiązywaniu podobnych problemów w przestrzeni krajowej i międzynarodowej [Grynia, 2022, s. 29; Ławicka, 2022, s. 3184].

Transformacja cyfrowa jest w znacznej mierze konsekwencją wolnorynkowej konkurencji w dziedzinie technologii informacyjno-komunikacyjnych i upowszechnienia dystrybucji cyfrowej [Radomska, 2019, 121]. W warunkach transformacji cyfrowej i ekstremalnej hiperkonkurencji często zawodzą stosowane dotychczas metody zarządzania, nakierowane wyłącznie na zapewnienie stabilności i przewidywalności [Adamczewski, 2017, s. 13]. Wiąże się to bezpośrednio z tym, że transformacja cyfrowa stanowi przykład zmiany strategicznej, rewolucyjnej, rekonstrukcyjnej, która ma prowadzić do poprawy efektywności działalności organizacji w drodze wykorzystania technologii cyfrowych [Klimczak i in, 2022, s. 62]. To kompleksowy i złożony proces coraz szerszego i skuteczniejszego wykorzystywania nowych technologii cyfrowych, które szybko się rozprzestrzeniają na świecie w wyniku dynamicznego postępu naukowo-technicznego [Bartczak, 2023, s. 26–34]. Dlatego oznacza konieczność dla organizacji, które chcą uniknąć konsekwencji twórczej destrukcji [Goliński, 2019, s. 159]. Jako zjawisko niejednorodne, zauważalne na poziomie całej gospodarki światowej i krajowej, prowadzi do kompleksowej, zasadniczej zmiany dotychczasowego sposobu funkcjonowania organizacji i człowieka [Kawalec, 2021, s. 46]. Ma na celu umożliwienie różnym organizacjom skorzystania z możliwości oferowanych przez realia gospodarki cyfrowej, wykorzystanie potencjału dostępnych zasobów cyfrowych i sprawne przejście tej szeroko rozumianej zmiany, która przyspieszana jest gwałtownie transformującym się światem [Mazurek, 2019, s. 329]. Aby stwierdzić, że dana organizacja przechodzi taką transformację, należy wręcz podejść do niej w sposób holistyczny, gdyż zmiany w organizacji dokonują się na różnych płaszczyznach, funkcjach i procesach [Kaczyńska i in., 2021, s. 40]. Uzyskane przez organizacje korzyści ekonomiczne w drodze transformacji cyfrowej mogą przekładać się na ich wzrost wartości rynkowej i pozycji konkurencyjnej [Skowronek-Mielczarek, 2021, s. 35]. Nie dziwi zatem fakt, że transformacja cyfrowa byłaby niemożliwa bez stworzenia odpowiednich warunków do wzrostu znaczenia wiedzy, szybkiego, zautomatyzowanego gromadzenia, przetwarzania i przesyłania informacji [Bartczak, 2023, s. 17]. Szybki zwrot ku rzeczywistości wirtualnej, dokonująca się integracja technologii cyfrowych i procesów biznesowych oraz intensywny rozwój cyfrowych platform technologicznych ciągle wymagają rozwoju kompetencji cyfrowych, innowacji cyfrowych, nowych modeli biznesowych, strategii organizacji

uczących się i inteligentnych. Te i inne wyzwania związane z transformacją cyfrową, które są odważnie podejmowane, mogą sprzyjać zrównoważonemu rozwojowi, budowaniu partnerskich relacji z kluczowymi interesariuszami w ekosystemach biznesowych i wzmocnieniu konkurencyjności.

Jednym z kluczowych czynników napędzających transformację cyfrową jest intensywny rozwój sztucznej inteligencji, który przenika niemalże każdą dziedzinę życia. Powszechnie przyjmuje się, że obejmuje ona modelowanie wiedzy, systemy algorytmów, sieci neuronowe, uczenie maszynowe, tak aby maszyny i programy komputerowe były w stanie symulować i wykonywać określone operacje, charakterystyczne dla ludzkiego mózgu [Bartczak, 2023, s. 98–103]. Ta technologia o ogólnym przeznaczeniu – z chwilą, gdy nie prowadzi do osobliwości technologicznej tj. zagrożenia, że działania maszyn znajdują się poza zasięgiem rozumowania człowieka i jego kontrolą, a także naruszenia wartości, zasad i praw chronionych przepisami Unii Europejskiej, w tym m.in. poczucia wolności, godności człowieka, równouprawnienia, ochrony danych osobowych i prywatności – może przyczynić się do [Piwowar i in., 2023, s. 5–11; Wójcik, 2018, s. 8–11; Bartczak, 2023, s. 100–102]:

- sprawnego przetwarzania dużych ilości danych w krótkim czasie,
- optymalizacji decyzji i automatyzacji procesów,
- tworzenia innowacyjnych rozwiązań,
- podniesienia poziomu intelektualnego mniej lub bardziej wykształconego społeczeństwa,
- sprawnego wykorzystania posiadanych zasobów i zwiększenia produktywności,
- budowy spójnego i wyraźnego przekazu marketingowego.

Mając na uwadze prorozwojowy charakter transformacji cyfrowej przyjmuje się, że sztuczna inteligencja może rozwiązywać różne, skomplikowane problemy w nieszablonowy sposób, wykraczający poza standardowe algorytmy, gdyż umożliwia jej to m.in. system ekspertowy, maszynowe uczenie się i doskonalenie swoich funkcji [Wójcik, 2018, s. 7]. Według Margaret Boden [2020, s. 14] sztuczna inteligencja jest celowo zorientowana, gdyż jej cel technologiczny odnosi się do usprawnienia komputerów, tak aby robiły użyteczne rzeczy często przy wykorzystaniu różnorodnych metod, zaś cel naukowy odnosi się do próby odpowiedzi na nurtujące pytania dotyczące ludzi i świata. Nie dziwi zatem fakt, że organizacje wykorzystujące różne rozwiązania oparte na technologiach przemysłu 4.0 chętniej i szybciej wdrażają sztuczną inteligencję, dostrzegając różne możliwości jej zastosowania w wielu obszarach aktywności gospodarczej [Bielińska-Dusza, 2022, s. 202; Kowalska, Kowalik, 2020, s. 35–48].

#### **4. Strategiczny wymiar dojrzałości cyfrowej klastrów**

Sprawne wykorzystanie potencjału technologii cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, może przyczynić się do osiągnięcia pożądanego stanu dojrzałości cyfrowej w warunkach dynamicznej transformacji cyfrowej. Ten szczególny rodzaj dojrzałości organizacji w literaturze przedmiotu uznawany jest za pojęcie wielowymiarowe, które odnosi się do rozwoju

w obszarach zasobów technologicznych, sposobów zarządzania, modeli biznesowych, kultury organizacyjnej oraz zmiany postrzegania roli organizacji w sieciowym kreowaniu wartości [Hauke i in., 2022, s. 75]. Ukształtowany potencjał cyfrowy organizacji wyraża jej zdolność do integracji, optymalizacji i transformacji mniej lub bardziej zaawansowanych technologii cyfrowych w celu wzmocnienia innowacyjności i wspierania przedsiębiorczości w warunkach turbulentnego otoczenia [Czaja i in., 2021, s. 155].

Dojrzałość cyfrowa to koncepcja, która pojawiła się wraz z implementacją idei gospodarki cyfrowej i przemysłu 4.0 [Aslanova i in., 2020, s. 443]. Określa względnie trwałą zdolność do skutecznego i efektywnego wykorzystania technologii cyfrowych w procesie zarządzania rozwojem jednostki lub organizacji, a tym samym zdolność adaptacji do wymogów współzawodnictwa w coraz bardziej cyfrowym i zglobalizowanym środowisku biznesowym [Adamczewski, 2018, s. 74; Kachniewska, 2023, s. 15]. Traktowana jest jako stan pełnej gotowości do wdrażania i skutecznego korzystania z potencjału technologii cyfrowych dla osiągnięcia konkretnych celów strategicznych, taktycznych i operacyjnych. Dla przykładu, o dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstwa decyduje sprawność pozyskiwania i wykorzystywania technologii cyfrowych m.in. w złożonym procesie budowy nowych modeli biznesowych, projektowania i oferowania nowych wyrobów oraz usług, budowy relacji z interesariuszami, zarządzania wiedzą, elastycznej adaptacji do zmieniających się trendów rynkowych [Wisła-Świder, 2023, s. 7]. Dlatego zasadne jest systemowe wsparcie i wypracowanie partnerskiego modelu współpracy chociażby z przedstawicielami władz regionalnych i krajowych, które są zaangażowane w kształtowanie cyfrowej przyszłości gospodarki, rozwijanie umiejętności cyfrowych obywateli i kreowanie strategii zrównoważonej transformacji cyfrowej. W ramach transformacji cyfrowej istnieje wiele wyzwań m.in. związanych z regulacjami prawnymi, modernizacją infrastruktury technicznej, cyberbezpieczeństwem, przez co przedsiębiorcy wciąż oczekują wymiernego wsparcia systemowego. Dynamika transformacji cyfrowej klastrów może zależeć od zakresu i skali interwencji władz publicznych oraz wykorzystywanych instrumentów wsparcia [Fernandez-Escobedo, Cuevas-Vargas, 2023, s. 1136; Borkowska-Niszczota, 2019, s. 107–112]. Nie sposób nie zauważyć, że w warunkach rozwijającej się gospodarki cyfrowej w wielu klastrach przemysłowych, w tym klastrach zaawansowanych technologicznie, funkcjonują inteligentne fabryki, które nasilając usieciowienie i niematerialny przepływ danych i informacji jednocześnie narażone są na różne cyberzagrożenia. Dlatego organizacje klastrów dążą do zapewnienia optymalnego poziomu cyberbezpieczeństwa w klastrowych łańcuchach wartości i kształtowania świadomości społeczności klastrów odnośnie do eliminowania i unikania cyberzagrożeń [Bembenek, 2024a, s. 170].

Niewątpliwie dojrzałość cyfrową traktuje się współcześnie jako pojęcie niezwykle złożone i wielowymiarowe. Nie dziwi przecież fakt, że cyfryzacja przenikając wiele obszarów aktywności klastrów, wywołuje bardzo szybkie zmiany w ich łańcuchach wartości, które wymagają dynamicznego i elastycznego reagowania, celem utrzymania satysfakcjonującego poziomu konkurencyjności. Dlatego osiągnięcie dojrzałości cyfrowej w klastrach ma charakter ewolucyjny i odnosi się do pięciu poziomów [Kowalski i in., 2021, s. 32–34]:

- wstępnego – gdy zauważalny jest brak wizji, strategii, planów i systemu mierników cyfryzacji oraz zastosowań technologii cyfrowych w danym elemencie klastrowego łańcucha wartości,
- koncepcyjnego – gdy pojawiają się nowe koncepcje i plany cyfryzacji danego elementu klastrowego łańcucha wartości wraz z pierwszymi zastosowaniami technologii przemysłu 4.0 w turbulentnym otoczeniu,
- zdefiniowanego – gdy pojawiają się skoordynowane działania na rzecz opracowania strategii cyfryzacji klastra, gdzie sama cyfryzacja wyznacza strategiczny kierunek zmian,
- zarządzanego – gdy następuje redefiniowanie głównych procesów biznesowych w klastrach na domyślnie cyfrowe wraz z aktywnym wdrażaniem nowych rozwiązań technologicznych,
- optymalnego – gdy wykształca się trwała, elastyczna, innowacyjna kultura cyfrowa w klastrze, zaś cyfryzacja jest źródłem rozwoju i konkurencyjności klastra, w tym elementów klastrowego łańcucha wartości stymulowanego technologiami przemysłu 4.0.

Klasy mają pozytywny wpływ na pomyślne zastosowanie sztucznej inteligencji i otwartych innowacji w cyfryzacji swoich członków [Okuwhere i in., 2022, s. 391]. Przedsiębiorstwa klastrowe poprzez liczne interakcje związane z transferem wiedzy mają większe możliwości zdobycia przewag konkurencyjnych, które warunkują utrzymanie zadawalającej pozycji konkurencyjnej [Mackiewicz, 2023, s. 5]. Według Wojciecha Cieślińskiego [2020, s. 334] cyfryzacja rozciąga łańcuchy wartości od materialnych do cyfrowych i umożliwia płynne wprowadzenie mechanizmów organizacyjnych opartych na streamowaniu i gamifikacji, przez co badanie dojrzałości cyfrowej organizacji w nurcie teorii rozwoju organizacyjnego powinno uwzględniać cykl życia organizacji i technologii informacyjnych. Nie sposób nie podkreślić, że dojrzałość cyfrowa oznacza stosowanie zalgorytmizowanych sposobów postępowania oraz wdrożenie głównych mechanizmów organizacyjnych wynikających z funkcjonalności narzędzi cyfrowych, a mianowicie: strumieniowego przepływu wartości, konwersji zasobów, konwergencji procesów oraz mechanizmu grywalizacji [Hauke, 2022, s. 86]. W konsekwencji celem osiągnięcia dojrzałości cyfrowej w klastrze niezbędne jest m.in. ciągłe doskonalenie kompetencji cyfrowych pracowników, zatrudnionych przez różnych pracodawców w ramach różnych form i warunków zatrudnienia, będących członkami klastra, jak i w organizacji klastrowej pełniącej funkcję instytucjonalnego koordynatora klastra. W tym złożonym procesie szczególnie istotne są następujące świadome działania [Kowalski i in., 2021, s. 39–51]:

- tworzenie odpowiednich warunków do transferu wiedzy i doświadczenia w klastrze,
- korzystanie z usług Hubów Innowacji Cyfrowych w budowaniu planów transformacji cyfrowej, pozyskiwaniu finansowania inwestycji na rzecz cyfryzacji klastra,
- identyfikowanie luk kompetencyjnych pracowników, badanie potrzeb szkoleniowych, tworzenie programów rozwojowych, w tym programów zarządzania talentami,
- optymalne wykorzystanie potencjału formalnych i nieformalnych, klasycznych i nowych form rozwoju zawodowego i osobistego pracowników funkcjonujących w klastrze,
- uczestniczenie w różnych wydarzeniach krajowych i zagranicznych (np. w warsztatach, targach, wystawach, szkoleniach, wizytach studyjnych), a także organizowanie tego typu wydarzeń, adekwatnych w stosunku do luk i potrzeb kompetencyjnych,



- proaktywne poszukiwanie, testowanie i wdrażanie cyfrowych narzędzi własnych, jak i tych, którymi dysponują partnerzy krajowi i zagraniczni (np. podmioty sektora B+R, innowacyjne przedsiębiorstwa, zwinne organizacje pozarządowe),
- budowanie bazy klastrowych ekspertów w zakresie cyfryzacji.

W ramach unijnego programu finansowania ukierunkowanego na wprowadzenie technologii cyfrowych do przedsiębiorstw, obywateli i administracji publicznej pn. Cyfrowa Europa (*Digital Europe Programme*) powołano sieć Europejskich Hubów Innowacji Cyfrowych (*European Digital Innovation Hubs*), które mają zapewnić kompleksowe wsparcie dla przedsiębiorstw (głównie MŚP), wzmocnić ich konkurencyjność poprzez wdrożenie rozwiązań cyfrowych i nowoczesnych technologii, przyczynić się do rozwoju infrastruktury usług cyfrowych. W Polsce funkcjonuje 11 konsorcjów tworzących Polską Sieć Hubów Innowacji Cyfrowych, koordynowaną przez Fundację Platformy Przemysłu Przyszłości (CyberSec, EDIH-SILESIA – EDIH SILESIA SMART SYSTEMS, h4i – hub4industry, HPC4Poland EDIH, Mazovia EDIH – European Digital Innovation Hub of Mazovia, PDIH – Pomeranian Digital Innovation Hub, re\_d – rethink digital Central Poland Digitalisation Hub, Smart Secure Cities – Creating Smart Secure Cities for EU citizens, TKDIH – Technopark Kielce DIH, WAMA EDIH – WaMa Innovation Hub, WRO4digITal European Digital Innovation Hub Wrocław). Z przyjętych założeń wynika, że konsorcja te miały uzyskać pełną operacyjność w 2023 r., a świadczone przez nie usługi mają być realizowane w całości lub w części nieodpłatnie w ramach pomocy publicznej [Przemysł Przyszłości, b.d.]. Członkami tych Hubów Innowacji Cyfrowych są m.in. klastry i ich instytucjonalni koordynatorzy. Dla przykładu Pomorski Hub Innowacji Cyfrowych powstał m.in. z inicjatywy koordynatora i członków Pomorskiego Klastra ICT Interizon [Przemysł 4.0, 2017]. Nowa organizacja zlokalizowana w Gdańskim Parku Naukowo-Technologicznym, działając w oparciu o model *one-stop-shop*, obejmuje swoją działalnością trzy województwa, tj. pomorskie, kujawsko-pomorskie i warmińsko-mazurskie. Zgodnie z tym modelem wszystkie usługi będą dostępne w jednym miejscu – od audytów poziomu digitalizacji oraz szkoleń, poprzez demonstracje cyfrowych rozwiązań, wdrożenia testowe, po wsparcie z zakresu poszukiwania finansowania i tworzenia odpowiednich rozwiązań prawnych [Gdański Park Naukowo-Technologiczny, b.d.].

Obecny rozwój klastrów jest w dużej mierze uzależniony od kompetencji cyfrowych, które determinują możliwość przeprowadzenia sprawnej transformacji cyfrowej [Tadejko i in., 2022, s. 7; Bembenek, 2024b, s. 58–62]. Dynamiczny i złożony proces transformacji cyfrowej przenikając całą gospodarkę, stopniowo przekształca ją w gospodarkę cyfrową, w której strategiczne zasoby mają charakter niematerialny, przez co mądre korzystanie z nich sprzyja rozwojowi i wzrostowi [Śledziwska i in., 2020, s. 80; Radomska, 2019, s. 118]. Jednym z głównych wyzwań w kontekście transformacji cyfrowej jest odpowiednie przygotowanie społeczności klastrowej do funkcjonowania w nowej, cyfrowej rzeczywistości. Wymaga to kształtowania świadomości o istocie rozwoju cyfrowego, różnych korzyściach wynikających z dokonujących się zmian, skutecznych narzędziach i metodach przemysłu 4.0 [Łukaszuk,

2022, s. 289]. Celem poprawy działalności klastrów niezbędne jest doskonalenie kompetencji cyfrowych w zakresie *big data*, wizualizacji danych, programowania [Tadejko i in., 2022, s. 15]. Kluczowymi partnerami w zakresie doskonalenia kompetencji cyfrowych w klastrach mogą być firmy ICT, firmy zaawansowane technologicznie, uczelnie, podmioty sektora B+R, start-upy oraz inni dostawcy technologii przemysłu 4.0. Nie bez znaczenia jest fakt, że tego typu podmioty mają realną możliwość stworzyć indywidualną ofertę zarówno dla całego klastra, jak i jego członków [Piotrowski, 2023, s. 92]. Oczywiście najlepsze warunki rozwoju kompetencji cyfrowych zapewniają klastry przemysłu 4.0, które przyczyniają się do trwałego stymulowania zmian technologicznych, sprawnego wykorzystywania sztucznej inteligencji, lepszej integracji klientów z producentami, kreowania nowych dziedzin biznesu i nowych zawodów na rynku pracy, czy też wzmocnienia innowacyjności i konkurencyjności gospodarki [Bembenek, 2017, s. 42]. Jednakże i w tym przypadku należy mieć na uwadze podmiotowość pracownika, tak aby świadomie doświadczana przez niego podmiotowość wyzwalała naturalną pozytywną postawę, zaangażowanie organizacyjne, twórczy rozwój osobowości, prowadząc do indywidualnego lub zbiorowego doskonalenia kompetencji cyfrowych. Zgodnie z ideą humanizacji pracy, tak charakterystyczną dla psychologii humanistycznej, pracownik postrzegany jest jako podmiot samorealizujący się w pracy i poprzez nią, dlatego jego podmiotowość w procesie pracy nie powinna być naruszana w jakikolwiek sposób [Wilsz, 2008, s. 19]. Poczucie podmiotowości przekłada się często na osiągnięcie sukcesu osobistego i zawodowego pracownika [Nogalski i in., 2021, s. 26].

Doskonalenie kompetencji cyfrowych obecnych i przyszłych pracowników funkcjonujących w strukturze klastra nie tylko sprzyja ich rozwojowi zawodowemu, ale także przyczynia się do wzmacniania potencjału rozwojowego klastra jako całości opartego na kapitale intelektualnym [Bembenek, 2024b, s. 63]. Niewątpliwie kompetencje cyfrowe nie mogą stanowić celu samego w sobie, gdyż ich ciągłe kształtowanie i doskonalenie powinno być środkiem pozwalającym na realizację ambitnych działań związanych z transformacją cyfrową [Łukaszuk, 2022, s. 310]. Przyjmuje się, że kompetencje cyfrowe i sprawna transformacja cyfrowa mogą sprzyjać zaspakajaniu różnych potrzeb klastrów w warunkach gospodarki opartej na wiedzy [Tadejko i in., 2022, s. 17]. Co więcej, transformacja cyfrowa ma znaczący wpływ na zarządzanie klastrem [Raju, 2023, s. 2182]. Dlatego ocena dojrzałości cyfrowej koordynatorów klastrów powinna uwzględniać takie kategorie, jak [Przemysł Przyszłości, b.d.]:

- poziom zaawansowania podejmowanych działań edukacyjno-szkoleniowych koordynatora w zakresie wspierania rozwoju kompetencji cyfrowych członków klastra,
- stopień wykorzystania rozwiązań cyfrowych przez koordynatora klastra w jego działalności na rzecz rozwoju klastra i wykorzystania zaawansowanych technologii cyfrowych klastra,
- stopień zaawansowania cyfryzacji i digitalizacji w zarządzaniu klastrem oraz wykorzystania narzędzi, podnoszących efektywność operacyjną klastra,
- zdolność klastra do kompleksowego wykorzystania potencjału cyfrowych innowacji,
- rolę koordynatora we wsparciu implementacji cyfryzacji w podmiotach członków klastra,

- umiejętności i zakres wykorzystania współczesnych rozwiązań cyberbezpieczeństwa,
- korzyści z obecnego poziomu cyfryzacji klastra.

Dokonując oceny dojrzałości cyfrowej klastra można zweryfikować aktywność klastrów w obszarze wspierania cyfryzacji ich członków oraz wyznaczyć optymalne kierunki doskonalenia procesów biznesowych w klastrze dzięki cyfryzacji [Kryjom i in., 2023, s. 2]. W tym miejscu warto dodać, że w ramach Platformy Przemysłu Przyszłości opracowano także narzędzie do porównywania poziomu cyfryzacji klastrów, w tym ich członków. Zaproponowana koncepcja benchmarkingu cyfrowego pozwala m.in. na ocenę: kompetencji i zaangażowania w realizację strategii transformacji cyfrowej, zdolności do cyfrowej transformacji, opłacalności i źródeł finansowania inwestycji cyfrowych, cyfrowych narzędzi komunikacji z interesariuszami, innowacji cyfrowych, poziomu i zakresu integracji stosowanych rozwiązań cyfrowych w działalności biznesowej [Przemysł Przyszłości, b.d.]. Dla przykładu jedno z pytań kwestionariusza badawczego dotyczy uwzględnienia cyfryzacji klastra w ramach jego strategii rozwoju. Kafeteria przewiduje trzy opcje odpowiedzi. Zgodnie z pierwszą – zapisy dotyczące transformacji cyfrowej klastra nie istnieją w żadnej formie lub członek klastra nie ma wiedzy w tym obszarze. Druga opcja zakłada, że pojawiły się zapisy dotyczące cyfryzacji klastra w jego ogólnej strategii rozwoju, wyznaczono cel strategiczny z zakresu cyfryzacji oraz przygotowana jest koncepcja jego operacjonalizacji i wdrażania. Z kolei zgodnie z trzecią opcją zapisy dotyczące cyfryzacji są w pełni sprecyzowane i zapisane w strategii rozwoju klastra wraz z określonymi wskaźnikami, przyjętym systemem wdrożenia i weryfikacji [Platforma Przemysłu Przyszłości, 2022, s. 6].

## **5. Studium przypadku transformacji cyfrowej Mazowieckiego Klastra ICT**

Struktura Mazowieckiego Klastra ICT ukonstytuowała się w listopadzie 2007 r. w ramach inicjatywy klastrowej Instytutu Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur. W 2024 r. w strukturze sieciowej klastra funkcjonowało ponad 500 przedsiębiorstw (głównie MŚP), dziewięć instytutów naukowo-badawczych, sześć uczelni, trzy fundusze inwestycyjne. Klastr postrzegany jako swoisty akcelerator innowacyjnych projektów ułatwia swoim członkom dostęp do usług informacyjnych i promocyjnych, doradztwa, szkoleń i finansowania innowacyjnych technologii, wyrobów i usług. Jego misja zakłada wywarcie pozytywnego wpływu na kraj i region zakorzenienia w obszarze ekonomicznym, społecznym i technologicznym poprzez ciągłe tworzenie i zarządzanie innowacjami. Członkowie klastra zamierzają wykorzystywać i optymalizować potencjał innowacyjności województwa mazowieckiego i kraju oraz promować go na arenie międzynarodowej. Od 2015 r. klastr posiada prestiżowy status Krajowego Klastra Kluczowego (KKK). Pierwotnie wybór KKK dokonywany był w ramach otwartego konkursu, którego organizatorem było Ministerstwo Rozwoju we współpracy z Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP). W ten sposób wyłaniano klastry, które mają

strategiczne znaczenie dla rozwoju polskiej gospodarki i są innowacyjne, konkurencyjne nie tylko w kraju, ale także poza jego granicami (w aspekcie międzynarodowym). Ponadto w 2016 r. uzyskał Srebrną Odznakę Jakości Zarządzania przyznawaną przez European Secretariat for Cluster Analysis (ESCA), a w 2010 r. dołączył do European Alliance for Innovation [Krajowy Klaster Kluczowy, b.d.].

Instytucjonalny koordynator Mazowieckiego Klastra ICT tj. Stowarzyszenie Rozwoju Społeczno-Gospodarczego „Wiedza” realizuje zadanie publiczne dotyczące opracowania strategii zmian transformacji cyfrowej w zakresie podejścia do zarządzania Agile – w ramach programu Województwa Mazowieckiego ukierunkowanego na wspieranie i rozwój klastrów i inicjatyw klastrowych oraz wzmocnienie ich pozycji konkurencyjnej na rynku. W klastrze uznano, że iteracyjne podejście do zarządzania projektami Agile jest ważnym elementem transformacji cyfrowej, pozwalającej na szybsze i elastyczne dostosowanie się do współczesnych zmian i wymagań rynku. W grudniu 2023 r. w klastrze zorganizowano bezpłatne warsztaty promocyjne dotyczące tego zadania. W ich trakcie członkowie klastra mieli możliwość zapoznania się z nową usługą opracowania strategii zmian transformacji cyfrowej oraz systemem do analizy wstępnej sytuacji cyfrowej. Koordynator klastra przyjął, że usługa oparta na elastycznym podejściu do planowania i realizacji projektów ukierunkowana jest na wsparcie wszystkich typów przedsiębiorstw oraz innych organizacji, które zamierzają zwiększyć swoją zdolność do szybkiej reakcji na zmiany i zapewnić optymalną jakość wyrobów i usług. Realizacja tej innowacyjnej usługi dla klienta indywidualnego lub instytucjonalnego poprzedzona jest analizą dotychczasowych projektów i oferty handlowej. Tego typu analiza pozwala następnie na odpowiednie dopasowanie usługi cyfrowej transformacji i wskazanie, które aspekty działalności gospodarczej należy poddać bardziej szczegółowemu audytowi. Oczywiście zakres i szczegółowość wdrożenia tej usługi są adekwatne do specyfiki i potrzeb konkretnego klienta. Warto zaznaczyć, że usługa realizowana jest na podstawie pisemnej umowy zawartej pomiędzy Mazowieckim Klastrem ICT a klientem. W treści umowy wskazuje się m.in. na: zakres prac, termin ich realizacji, dane osób odpowiedzialnych ze strony klastra za prawidłową realizację tej usługi, szczegółowe zasady wyceny usługi transformacji cyfrowej. Koordynator klastra każdorazowo po realizacji usługi przeprowadza krótkie badanie ankietowe z klientem celem oceny jego zadowolenia. Oczywiście transformacja cyfrowa zmienia sposób pracy, oferuje niestandardowe rozwiązania, dlatego w całym procesie wartością nadrzędną jest cyberbezpieczeństwo [Krajowy Klaster Kluczowy, b.d.].

Od 2022 do 2024 r. członkowie klastra zaangażowani byli w realizację międzynarodowego projektu EXCITE (*Exchange of Clusters using Digital Transformation for Excellence*) z programu ClusterXchange finansowanego ze środków Unii Europejskiej, dotyczącego transformacji cyfrowej. Celem projektu było wzmocnienie zarządzania klastrami oraz ułatwienie wymiany i partnerstwa strategicznego pomiędzy pracownikami klastra a członkami klastra poprzez wykorzystanie systemu ClusterXchange, który promuje i łączy ekosystemy przemysłowe w Europie wokół wspólnych wartości i przedsięwzięć. Projekt skupiał się na umiejętnościach, procesach i usługach związanych z transformacją cyfrową – zarówno w aspekcie

samej organizacji klastrowej, jak i jej członków, aby móc ich wspierać w skutecznym dostępie do rynków globalnych. Realizacja tego projektu możliwa była dzięki powstałemu konsorcjum, którego członkami były europejskie klastry i organizacje typu *scale-up* związane z sektorem ICT z Europy Środkowo-Wschodniej i Zachodniej. Oprócz Mazowieckiego Klastra ICT w konsorcjum uczestniczyli: Silicon Saxony jako koordynator projektu (Niemcy), Gaia – Association of Knowledge and Applied Technologies Industries in the Basque Country (Hiszpania), Pole SCS – Secured Communicating Solutions Cluster (Francja), Cluster for Digital Transformation and Innovations (Bułgaria), Business Hive Vilnius Cluster (Litwa). Oprócz wspierania członków klastra w dostępie do nowych rynków, partnerzy projektu wspólnie pracowali nad portfelem usług, dzieląc się najlepszymi praktykami i rozmawiając o mocnych i słabych stronach swoich klastrów. Korzystając z różnych metod, narzędzi i doświadczeń edukacyjnych wszyscy partnerzy mieli możliwość doskonalić cyfryzację klastrów, mając na uwadze wymagania inteligentnej społeczności klastrowej [Gaia, b.d.].

W ramach projektu z zakresu cyfryzacji „Innowacyjna platforma współpracy online dla podmiotów Mazowieckiego Klastra ICT”, zainicjowanego przez koordynatora klastra, opracowano i wdrożono nowe usługi online, głównie dla przedsiębiorstw klastrowych. Projekt o wartości 1 350 854 zł współfinansowany był przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007–2013. Usługa zarządzania projektami online umożliwiła planowanie i kontrolę projektów, w tym tych IT, gdzie wspólna przestrzeń dyskowa sprzyjała wymianie informacji i opinii użytkowników. Usługa kojarzenia inwestorów umożliwiała wymianę informacji i pozyskiwanie inwestorów dla realizowanych projektów klastrowych oraz projektów indywidualnych członków klastra. Kolejna usługa e-learningu dotyczyła szkoleń z zakresu przygotowywania, prowadzenia projektów i pozyskiwania na nie finansowania. Z kolei usługa tworzenia zespołów roboczych umożliwiała organizację wspólnej pracy członków klastra, w tym tworzenie zespołów wspólnie realizujących projekt online. Wymienione platformy zostały zintegrowane w ramach portalu klastra, który ma charakter informacyjno-promocyjny. W projekcie uwzględniono także różne prace badawcze, które pozwoliły na określenie rzeczywistych potrzeb w zakresie planowanych usług wśród przedsiębiorców sektora ICT zakorzenionych terytorialnie w ramach województwa mazowieckiego, a także sprzyjały wyznaczeniu głównych kierunków rozwoju klastra i opracowaniu jego strategii działania w warunkach transformacji cyfrowej [Wiedza, b.d.].

Swoistą odpowiedzią na współczesne złożone problemy, wyzwania i potrzeby społeczności klastrowej jest także usługa dotycząca cyberbezpieczeństwa, która oferowana jest członkom klastra przez jego koordynatora. Tego typu nowa usługa została stworzona w ramach projektu „innLOGY – wsparcie przedsiębiorstw o dużym potencjale technologicznym”, który był współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014–2020. Usługa pozwala dokonać oceny stanu cyberbezpieczeństwa środowiska teleinformatycznego członka klastra oraz identyfikacji i analizy luk zgodności z wymaganiami i standardami. W ten sposób

z jednej strony pozwala na analizę aktualnego stanu zabezpieczeń i stosowanych procedur, a z drugiej dostarcza informacji przydatnych do przygotowania planu wdrożenia niezbędnych działań naprawczych. Testowanie usług doradczych w zakresie cyberbezpieczeństwa było nieodpłatne dla członków klastra [Krajowy Klaster Kluczowy, b.d.].

Analizując różne wymiary transformacji cyfrowej klastra nie sposób nie odnieść się także do jego ambitnej inicjatywy Space Bridge Fund, tj. funduszu będącego publiczno-prywatnym instrumentem finansowania technologii na wczesnym etapie rozwoju. Tego typu fundusz wspiera głównie dobrze rokujące start-upy o dużym potencjale wzrostu, projekty badawczo-rozwojowe dotyczące przestrzeni kosmicznej, sensoryki, sztucznej inteligencji, automatyzacji i Internetu rzeczy. Dlatego stale identyfikowane są wartościowe innowacje, które mogą rozwiązać wybrany problem zdefiniowanej grupy docelowej w klastrze, a także twórcze zespoły ludzi, których kompetencje techniczne i biznesowe sprzyjają tworzeniu innowacji. Jednym z globalnych partnerów funduszu klastra jest francuski klaster Aerospace Valley, czyli wiodący europejski klaster sektora lotniczego [Krajowy Klaster Kluczowy, b.d.].

Rozpatrując liczne sukcesy Mazowieckiego Klastra ICT nie sposób nie wskazać, że w 2021 r. z jego inicjatywy oraz we współpracy z firmami Energotechnika sp. z o.o. i Arctic Paper SA powstała spółka celowa ECN SA. Jej aktywność, spójna ze strategią 3D: Dekarbonizacja – Decentralizacja – Digitalizacja, ukierunkowana jest na tworzenie, finansowanie i zarządzanie lokalnymi klastrami energii i spółdzielniami energetycznymi. Firma, wykorzystując technologie teleinformatyczne, elektroniczne i energetyczne, zapewnia różnym kluczowym interesariuszom bezpieczeństwo cyfrowe i efektywność energetyczną. Ponadto jest liderem powstałego konsorcjum realizującego projekt „Bezpieczna i czysta Energia dla Sokołowa”, będącego elementem lokalnego systemu energetycznego, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, w ramach którego powstanie pionierska architektura Lokalnego Klastra Energii wykorzystująca biometan [ECN – Energy Clusters Network, b.d.].

Koordinator klastra uzyskał dotację z UE na realizację projektu „Rozwój oferty usługowej klastra w zakresie transformacji cyfrowej oraz internacjonalizacja oferty produktowej klastra na rynkach zagranicznych”. W ramach projektu powstanie usługa *Smart Developer – System do przygotowywania makiet serwisów i aplikacji*, która pozwala tworzyć zarówno proste, jak i zaawansowane rozwiązania informatyczne wspierane m.in. przez sztuczną inteligencję. Ponadto projekt pozwoli na promocję marek produktowych członków klastra, które mają szansę stać się rozpoznawalne na rynkach zagranicznych. Przyjęto, że efektem zakończenia projektu o wartości blisko 13 mln zł będzie globalny rozwój potencjału koordynatora klastra, w tym rozwój infrastruktury badawczej, wdrożenie do oferty klastra nowej i innowacyjnej usługi oraz internacjonalizacja klastra. W ramach projektu zaplanowano organizację wyjazdów na sześć misji gospodarczych oraz 17 targów w roli wystawcy dla 14 przedsiębiorców z klastra. Miejsca docelowe to: RPA, USA, Japonia, Argentyna, Filipiny, Kanada, Indie, Peru, Ekwador, Niemcy i Brazylia [Krajowy Klaster Kluczowy, b.d.].

## 6. Podsumowanie

Dynamicznie zachodząca transformacja cyfrowa zmienia warunki funkcjonowania klastrów i organizacji klastrowych. Jako fundamentalna zmiana w sposobie kształtowania innowacyjności i konkurencyjności pociąga za sobą konieczność nowego spojrzenia na klaster jako celowo zorientowaną organizację, w tym na strategię jego rozwoju. W związku z tym zachodzi konieczność ciągłego podejmowania przez decydentów w klastrach przedsiębiorczych działań przejawiających się chociażby we wdrażaniu nowych i sprawdzonych technologii cyfrowych, czy też kształtowaniu świadomości społeczności klastrowej w zakresie zalet i barier cyfryzacji klastrów oraz potrzeby doskonalenia kompetencji cyfrowych.

Transformacja cyfrowa jest przykładem wyzwania strategicznego w klastrze, gdyż wymaga nie tylko zaplanowania spójnych i ambitnych działań, które pozwolą wygenerować określoną wartość dla różnych interesariuszy, ale także wsparcia instytucjonalnego. Dlatego tak ważne są krajowe i europejskie inicjatywy różnych instytucji, które promują i wspierają cyfryzację klastrów. Dla przykładu transformacja cyfrowa stanowi jeden z kluczowych elementów unijnego, zrównoważonego rozwoju gospodarczego, gdzie wybrane programy, m.in. „Droga ku cyfrowej dekadzie”, „Cyfrowa Europa”, pozwalają zarówno na sprawne wdrażanie technologii cyfrowych, jak i tworzenie bezpiecznej przestrzeni cyfrowej, aby w ten sposób móc dostosować się do nowych wymagań ery cyfrowej. Idąc za dobrym przykładem unijnej strategii cyfryzacji, także w Polsce podejmuje się różne działania na rzecz stymulowania cyfryzacji, chociażby poprzez „Program Rozwoju Kompetencji Cyfrowych” czy Polską Sieć Hubów Innowacji Cyfrowych, koordynowaną przez Fundację Platformy Przemysłu Przyszłości.

Transformacja cyfrowa klastrów jest stosunkowo nowym i wciąż aktualnym obszarem badawczym, szczególnie w warunkach polskich. Dlatego też prezentowane rozważania nie wyczerpują podjętej problematyki badawczej, z uwagi na jej interdyscyplinarność, złożoność i wielowątkowość. Omawiana koncepcja transformacji cyfrowej może stanowić solidne źródło inspiracji w prowadzeniu kolejnych, bardziej szczegółowych badań i analiz, które pozwolą na rozwój wiedzy w zakresie rozwoju klastrów, ich podejścia do cyfryzacji i doskonalenia kompetencji cyfrowych w ramach dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości. W obliczu cyfrowej gospodarki opartej na wiedzy wzrasta zapotrzebowanie na rzetelne poznawanie naukowe dotyczące transformacji cyfrowej.

## Bibliografia

### Wydawnictwa zwarte

1. Bartczak, K. (2023). *Modele biznesu oparte na cyfrowych platformach technologicznych*. Warszawa: Difin.
2. Bembenek, B. (2024a). Cyberbezpieczeństwo w warunkach przemysłu 4.0 jako współczesne wyzwanie w zarządzaniu klastrem. W: *Zagrożenia i wyzwania bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni* (s. 153–170), M. Pomykała, I. Oleksiewicz (red.). Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
3. Boden, M.A. (2020). *Sztuczna inteligencja: jej natura i przyszłość*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
4. Cieśliński, W. (2020). Cyfrowa dojrzałość organizacji – założenia poznawczo-metodologiczne. W: *Zarządzanie strategiczne w dobie cyfrowej gospodarki sieciowej* (s. 315–337), S. Gregorczyk, G. Urbanek (red.). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
5. Gwiazdziński, E. (2020). Wybrane aspekty zarządzania obsługą klienta w erze transformacji cyfrowej gospodarki. W: *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw* (s. 21–32), J. Brzeziński, A. Rudnicka (red.). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
6. Hauke, K., Perechuda, K., Cieśliński, W. (2022). Cyfrowa dojrzałość organizacji – mechanizmy strumieniowania wartości. W: *Dylematy współczesnej informatyki ekonomicznej. Teoria i praktyczne zastosowania*, (s. 75–87), C. Stępiak (red.). Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.
7. Knop, L. (2013). *Zarządzanie klastrem: koncepcje, strategie, modele*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
8. Kowalska K., Kowalik I., (2020). Challenges faced by SMEs in their digital transformation towards Industry 4.0. W: *Contemporary organisation and management. Challenges and trends* (s. 35–48), A. Michałkiewicz, W. Mierzejewska W. (eds.). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
9. Kowalski, A., Moskwa, A., Wojciechowski, P., Parzuchowski, J., Rynkiewicz, S. (2021). *Poradnik dotyczący cyfryzacji łańcuchów wartości w klastrach*. Radom: Platforma Przemysłu Przyszłości.
10. Kryjom, P., Mizerska, P. (2023). *Ocena dojrzałości cyfrowej klastrów*. Warszawa: Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości.
11. Mackiewicz, M. (2023). *Organizacje klastrowe jako środowisko transferu wiedzy. Doświadczenia Polski*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH.
12. Mazurek, G. (2019). Transformacja cyfrowa – perspektywa instytucji szkolnictwa wyższego. W: *Transformacja Akademickiego Szkolnictwa Wyższego w Polsce w okresie 30-lecia 1989–2019*, (s. 313–332). J. Woźnicki (red.). Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
13. Okuwhere, M., Huynh, T., Hoyte, Ch., Johnstone, A. (2022). SMEs Digitalisation Through Clustering, the Role of Open Innovation: A Research Agenda. W: *Proceedings of the 17th European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (s. 386–393), P. Sklias, N. Apostolopoulos (eds.). Pafos: Neapolis University Pafos.
14. Piotrowski, M. (2015). *Standardy zarządzania klastrem*. Warszawa: PARP.
15. Piotrowski, M. (2023). *Benchmarking klastrów w Polsce – edycja 2022. Raport ogólny*. Warszawa: PARP.



16. Piwowar, K., Jakubik, Z., Czernicka, J. (2023). *Zastosowania sztucznej inteligencji w gospodarce*. Warszawa: PARP.
17. Platforma Przemysłu Przyszłości (2022). *Metodyka benchmarkingu klastrów w zakresie cyfryzacji*. Warszawa: Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości.
18. Śledziwska, K., Włoch, R. (2020). *Gospodarka cyfrowa: jak nowe technologie zmieniają świat*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
19. Tadejko, P., Socha, Z., Fälbl, M., Sommer, R. (2022). *Wybrane kompetencje cyfrowe pracowników koordynatorów klastrów*. Warszawa: Platforma Przemysłu Przyszłości.
20. Wisła-Świder, A. (2023). *Cyfryzacja i dojrzałość cyfrowa – wyzwania dla przedsiębiorców sektora chemicznego*. Warszawa: PARP.

### Artykuły naukowe

1. Adamczewski, P. (2017). Adaptacje systemów ICT nowoczesnych organizacji w procesie transformacji cyfrowej, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 475, s. 11–22.
2. Adamczewski, P. (2018). Ku dojrzałości cyfrowej organizacji inteligentnych, *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów. Zeszyt Naukowy*, 161, s. 67–79.
3. Aslanova, I., Kulichkina, A. (2020). Digital maturity: definition and model, *Advances in Economics, Business and Management Research*, 138, s. 443–449.
4. Bembenek, B. (2017). Klastry przemysłu 4.0 w zrównoważonej gospodarce opartej na wiedzy, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 491, s. 31–44.
5. Bembenek, B. (2024b). Doskonalenie kompetencji cyfrowych w klastrach, *Horyzonty Wychowania*, 23(65), s. 55–64.
6. Bielińska-Dusza, E. (2022). Transformacja technologiczna przedsiębiorstw jako skutek zastosowania sztucznej inteligencji, *Organizacja i Kierowanie*, 2(191), s. 189–208.
7. Borkowska-Niszczota, M. (2019). Polityka oparta na klastrach w dokumentach strategicznych regionów Polski Wschodniej, *Optimum. Economic Studies*, 3(97), s. 106–124.
8. Czaja, I., Kafel, T. (2021). Transformacja cyfrowa przedsiębiorczego uniwersytetu, *Przedsiębiorczość – Edukacja*, 17(2), s. 151–163.
9. Fernandez-Escobedo, R., Cuevas-Vargas, H. (2023). The Digital Industrial Cluster (DIC) in a post-pandemic era: Exploring its theoretical deployment and potential benefits, *Procedia Computer Science*, 221, s. 1131–1138.
10. Goliński, M. (2019). Pomiar gospodarki cyfrowej w badaniach Unii Europejskiej, *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie*, 54, s. 155–169.
11. Goździewska-Nowicka, A., Janicki, T., Popławski, W. (2019). Cyfryzacja jako innowacyjna perspektywa rozwoju Polski na tle Unii Europejskiej, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego*, 55, s. 175–183.
12. Grynia, A. (2022). Cyfryzacja jako determinanta międzynarodowej konkurencyjności gospodarki. Przypadek krajów Europy Środkowo-Wschodniej, *Optimum. Economic Studies*, 4(110), s. 17–31.
13. Kachniewska, M. (2023). Koncepcja dojrzałości cyfrowej podmiotów rynku turystyki kulturowej, *Turystyka Kulturowa*, 128(3), s. 7–42.

14. Kaczyńska, A., Kańduła, S., Przybylska, J. (2021). Transformacja cyfrowa z punktu widzenia samorządu terytorialnego – wybrane zagadnienia, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 65, s. 27–46.
15. Kawalec, P. (2021). Transformacja cyfrowa – szanse i wyzwania dla przedsiębiorstw, *Nowe Tendencje w Zarządzaniu*, 1, s. 45–69.
16. Klimczak, K.M., Fryczak, J.M., Kaużyński, A. (2022). Cyfryzacja jako zmiana strategiczna w polskich spółkach giełdowych, *Organizacja i Kierowanie*, 2(191), s. 53–66.
17. Kowalski, A. (2020). Współpraca w ramach działalności innowacyjnej inicjatyw klastrowych w Polsce, *Studia BAS*, 1(61), s. 87–102.
18. Kusto, B.A., Klepacki, B. (2023). Digital transformation on a local scale, *Journal of Modern Science*, 3(52), s. 113–131.
19. Ławicka, M. (2022). Clusters as networking organizations supporting the digital development of companies, *Procedia Computer Science*, 207, s. 3183–3191.
20. Łącka, I., Wojdyła, P. (2023). Digital maturity of cluster enterprises and the implementation of Industry 4.0 solutions according to the results of selected studies, *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management*, 168, s. 247–281.
21. Łobacz, K., Tylżanowski, R. (2023). Cyfryzacja procesów innowacyjnych – analiza poziomów zaangażowania mikro, małych i średnich przedsiębiorstw sektora usług w Polsce, *Optimum. Economic Studies*, 1(111), s. 107–122.
22. Łukaszuk, A. (2022). Problematyka kompetencji cyfrowych kadr administracji publicznej jako istotnego czynnika procesu transformacji cyfrowej jednostek samorządu terytorialnego w Polsce, *Studia Prawnoustrojowe*, 58, s. 287–313.
23. Matejun, M. (2011). Metoda studium przypadku w pracach badawczych młodych naukowców z zakresu nauk o zarządzaniu, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu*, 19(666), s. 203–213.
24. Mizerek, H. (2017). Studium przypadku w badaniach nad edukacją. Istota i paleta zastosowań, *Przegląd Pedagogiczny*, 1, s. 9–22.
25. Nogalski, B., Kozłowski, A.J., Czaplicka-Kozłowska, I.Z. (2021). Czynniki kształtujące podmiotowość pracownika a osiągnięcie sukcesu zawodowego w optyce pracownika, *Przegląd Organizacji*, 2(973), s. 26–33.
26. Pizło, W. (2009). Studium przypadku jako metoda badawcza w naukach ekonomicznych, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 11(5), s. 246–251.
27. Radomska, E. (2019). Rozwój gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego w aspekcie dynamicznych zmian w otoczeniu zewnętrznym na przykładzie Wielkiej Brytanii, *Mysł Ekonomiczna i Polityczna*, 1(64), s. 113–146.
28. Raju, G. (2023). Digital transformation in cluster management: a study on the hotel industry, *International Journal of Science and Research*, 12(6), s. 2176–2182.
29. Skowronek-Mielczarek, A. (2021). Gospodarka cyfrowa a funkcjonowanie współczesnych przedsiębiorstw na rynku polskim, *Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku. Nauki Ekonomiczne*, 33, s. 23–36.
30. Sudoł, S. (2014). Podstawowe problemy metodologiczne nauk o zarządzaniu, *Organizacja i Kierowanie*, 1(161), s. 11–36.
31. Wilsz, J. (2008). Podmiotowość człowieka w procesie pracy, *Problemy Profesjologii*, 2, s. 19–30.

32. Winiarski, J. (2018). Determinanty funkcjonowania klastrów w Polsce i innych państwach Unii Europejskiej, *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów. Zeszyt Naukowy*, 167, s. 157–171.
33. Wójcik, M. (2018). Sztuczna inteligencja – potencjał dla procesów zarządzania informacją, *Przegląd Biblioteczny*, 1, s. 5–15.

### **Materiały internetowe**

1. ECN – Energy Clusters Network (b.d.). <https://www.ecn.energy> (dostęp: 10.01.2024).
2. Gaia (b.d.). [https://gaia.es/en\\_US/blog/our-blog-1/post/excite-facilitates-exchange-between-smes-and-european-high-tech-regions-594](https://gaia.es/en_US/blog/our-blog-1/post/excite-facilitates-exchange-between-smes-and-european-high-tech-regions-594) (dostęp: 10.01.2024).
3. Gdański Park Naukowo-Technologiczny (b.d.). *Pomeranian Digital Innovation Hub*, <https://gpnt.pl/pdih> (dostęp: 10.01.2024).
4. Krajowy Klaster Kluczowy (b.d.). <https://klasterict.pl> (dostęp: 10.01.2024).
5. Przemysł 4.0. (2017). *Powstał Pomorski Hub Innowacji Cyfrowych*, <https://przemysl-40.pl/index.php/2017/10/29/powstal-pomorski-hub-innowacji-cyfrowych> (dostęp: 10.01.2024).
6. Przemysł Przyszłości (b.d.). <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl> (dostęp: 10.01.2024).
7. Wiedza (b.d.). *Projekty zrealizowane*, <http://www.wiedza.org.pl/en/projekty-zakonczone> (dostęp: 10.01.2024).

---

## **Digital transformation as a contemporary strategic challenge in cluster management**

---

### **Abstract**

The article focuses on the characteristics of digital transformation as a contemporary strategic challenge in cluster management. It consists of four parts, logically related to each other, which refer to the methodology of own research, the essence of digital transformation, the strategic dimension of digital maturity of clusters in Poland and experiences and good practices in the field of digitalization of a technologically advanced cluster with the status of a National Key Cluster. In own research, there was used the potential of analyzing the literature and existing data (desk research) and the case study method. Scientific considerations emphasize that efficient digital transformation of clusters may contribute to obtaining various benefits, including those in the field of entrepreneurship development, innovation, and competitiveness. However, it requires strategic thinking and action, organizational commitment and continuous improvement of digital competences in various scopes and dimensions.

**Keywords:** cluster, development management, digital transformation, digital maturity

---

