

Angelika Andrzejczyk

Uniwersytet w Białymstoku
e-mail: a.andrzejczyk@uwb.edu.pl
ORCID: 0000-0002-1788-9112

DOI: 10.15290/oes.2025.04.122.20

ZNACZENIE SMART UNIVERSITY W ROZWOJU SPOŁECZNO-GOSPODARCZYM W UJĘCIU MODELU QUINTUPLE HELIX – WYBRANE ASPEKTY ANALIZY

Streszczenie

Cel | Celem tekstu jest przedstawienie wyników analizy związku *Smart University* (SU) z szeroko pojętym rozwojem, zwłaszcza w kontekście sposobów oddziaływania tego typu uczelni na różnych aktorów otoczenia społeczno-gospodarczego wyodrębnionych zgodnie z *Quintuple Helix*, oraz zaproponowanie przyszłych kierunków badań w analizowanym obszarze.

Metoda badań | Zastosowano metodę systematycznego przeglądu literatury. W odniesieniu do słów kluczowych związanych ze *Smart University* i rozwojem lub wpływem, wyszukano materiały w bazie danych SCOPUS. Następnie wyniki przeanalizowano za pomocą VOSViewer, a wyselekcjonowane materiały poddano pogłębionej analizie treści.

Wnioski | Na podstawie przeprowadzonej analizy zidentyfikowano 6 ogólnych klastrów (a szczegółowych aż 19) oddziaływania SU. Na podstawie pogłębionego przeglądu literatury zidentyfikowano kluczowe charakterystyki *Smart University* związane z oddziaływaniem na otoczenie i interesariuszy. Wskazano również przyszłe kierunki badań i rozwoju SU. Wyniki sugerują, że uniwersytety o określonych charakterystykach, tj. *Smart*, w specyficzny sposób oddziałują na otoczenie i wywierają zróżnicowany wpływ na interesariuszy. Wiedza w tym zakresie może przyczynić się do intensyfikacji wdrożeń rozwiązań smart oraz lepszego ukierunkowania decydentów w zakresie zarządzania uniwersytetami i kształtowania polityki edukacyjnej, zwłaszcza w zakresie doinwestowania uczelni.

Oryginalność / wartość / implikacje / rekomendacje | Ze względu na nowość problemu i wykazany w badaniu interdyscyplinarny charakter warto pobudzić debatę na temat

Smart University w nauce. Niniejszy artykuł ma na celu wypełnienie luki w badaniach i może stanowić ważny głos w wyznaczaniu ich przyszłych kierunków. Badania powinny koncentrować się na opracowaniu uniwersalnej koncepcji *Smart University*, w tym na określeniu poziomów dojrzałości koncepcji SU akceptowalnych z perspektywy różnych dyscyplin naukowych. Istotne jest przeprowadzenie analizy porównawczej instytucji spełniających kryteria SU, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na rozwój społeczno-gospodarczy oraz na poszczególnych aktorów modelu *Quintuple Helix*. Analiza ta powinna wykorzystywać analizę danych wtórnych, wywiady pogłębione oraz zogniskowane wywiady grupowe (FGI).

Słowa kluczowe: Smart University, Quintuple Helix, zrównoważony rozwój, Smart Campus

THE IMPORTANCE OF THE SMART UNIVERSITY IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT ACCORDING TO THE QUINTUPLE HELIX MODEL – A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Summary

Purpose | The aim of the text is to present the results of the analysis of the relationship between the Smart University (SU) and broadly understood development, especially in the context of the ways in which this type of university influences various actors of the socio-economic environment identified in accordance with the Quintuple Helix, and to propose future directions of research in the analysed area.

Research method | A systematic literature review was conducted. Using keywords related to the Smart University and development or impact, relevant materials were retrieved from the SCOPUS database. The results were analysed using VOSviewer, and the selected publications underwent an in-depth content analysis.

Results | Based on the analysis, six general clusters (and as many as 19 specific clusters) of the impact of Smart Universities were identified. Based on an in-depth literature review, the key characteristics of Smart Universities related to their impact on the environment and stakeholders were identified. Future directions for research and development of Smart Universities were also identified. The results suggest that universities with specific characteristics, i.e., Smart Universities, have a specific impact on their environment and exert a diverse influence on stakeholders. Knowledge in this area can contribute to the intensification of smart solution implementations and better guide decision-makers in university management and educational policy development, particularly regarding the investment in universities.

Originality/value/implications/recommendations | Given the novelty of the topic and the interdisciplinary nature highlighted by the study, it is essential to stimulate academic debate on the Smart University concept. This article aims to fill a gap in the existing research and may serve as a valuable contribution to shaping its future directions. Future research should focus on developing a comprehensive and universally applicable concept of the Smart University, including the identification of maturity levels acceptable across various scientific disciplines. It is also crucial to conduct a comparative analysis of institutions that meet the criteria of a Smart University, with particular emphasis on their impact on socio-economic development and the individual actors within the Quintuple Helix model. Such analysis should employ a mixed-methods approach, including secondary data analysis, in-depth interviews, and focus group interviews (FGI).

Keywords: Smart University, Quintuple Helix, Sustainability, Smart Campus

JEL classification: I230, I250, O300

1. Wstęp

Najstarszym, a zarazem podstawowym typem europejskiej wyższej uczelni jest uniwersytet. Łączy on trzy wymiary działalności: najwyższy poziom edukacji, badania naukowe i rozpowszechnianie wyników badań oraz partnerstwo i współpracę z otaczającym społeczeństwem, organizacjami publicznymi i prywatnymi [Anttila, Jussila, 2018, s. 1060–1061]. Ponieważ uniwersytet nie jest organizacją wybieralną, podlegającą politycznym wahaniom, ma on pewien stopień długowieczności i stabilności wykraczający poza organizacje rządowe lub pozarządowe. Prowadzi to do tego, że uniwersytety działają jako instytucje kotwiczne w swoich miejscowościach, z długą historią wkładu ekonomicznego, społecznego i kulturalnego [Pugh i in., 2016, s. 1370].

Uniwersytet odgrywający rolę pomocniczą w społeczeństwie feudalnym i przemysłowym (model podwójnej helisy: przemysł–rząd) w społeczeństwie post-industrialnym wkroczył na centralną scenę modelu potrójnej helisy, tworząc relację przemysł–rząd–uniwersytet [Etzkowitz, Klofsten, 2005, s. 244].

Uniwersytety na styku helisy mogą tworzyć i wykorzystywać wiedzę, rozwijać możliwości i budować potencjał, tworząc innowację [Markkula, Kune, 2015,

s. 7–9] i wspierając tym samym rozwój społeczno-gospodarczy. Rosnące znaczenie uniwersytetów w relacjach na styku helis w społeczeństwie wiedzy spowodowało, że to uniwersytety uważane są za źródło nowej wiedzy i technologii [Markkula, Kune, 2015, s. 10]. Oznacza to, że potencjał rozwoju gospodarczego w społeczeństwie wiedzy polega na bardziej znaczącej roli uniwersytetu oraz w hybrydyzacji elementów z uniwersytetu, przemysłu i rządu [Ranga, Etzkowitz, 2013, s. 238].

W toku postępującego, dynamicznego rozwoju gospodarek dostrzeżono konieczność dalszego rozszerzenia modelu o udział obywateli określany poczwórną helisą (*Quadruple Helix*), a następnie uwzględnienie również środowiska naturalnego jako pięciokrotnej helisy – *Quintuple Helix* [Carayannis, Campbell, 2010]. Wskazuje się, że relacje występujące na styku helis, problemy i wyzwania z tym związane powinny być przyczynkiem do dalszych badań [Popa i in., 2021], zwłaszcza że model helis można wykorzystywać do badań różnych zjawisk: od innowacji, poprzez współprace, powiązania, po rozwój społeczno-gospodarczy.

Dotychczas przeprowadzono wiele badań nad rolą uniwersytetów w regionalnym rozwoju gospodarczym [Pellenbarg, 2005; Nelles, Vorley, 2010; Pugh i in., 2016] oraz ogólnie, ich zmieniającej się roli, jak np.: Smart University [Uskovi in., 2020], uniwersytet przedsiębiorczy [Smith, 2007] lub zaangażowany uniwersytet [Chatterton, Goddard, 2000; Pugh i in., 2016, s. 1358–1359]. Większość analiz empirycznych wykazuje, że działalność uniwersytecka ma istotny, pozytywny wpływ na szereg wybranych wskaźników regionalnego postępu gospodarczego [Drucker, Goldstein, 2007, s. 20–46]. Brakuje jednak dowodów wskazujących na różnice w korzyściach, mechanizmach i skutkach zaangażowania przez różne typy czy kategorie uniwersytetów [Pugh i in., 2016, s. 1358–1359]. Mimo że możliwości uniwersytetów i wiedza, którą posiadają, są coraz częściej postrzegane jako czynniki stymulujące regionalny rozwój gospodarczy [Kitson i in., 2009, s. 4–5], brakuje jednoznaczności w wynikach badań. Jak wykazuje w swojej analizie H.L. Smith, pomiary uniwersytetów dają sprzeczne wyniki, a każdy zbiór danych w najlepszym razie pokazuje częściowy obraz [Smith, 2007, s. 110–111], co utrudnia wyprowadzanie wniosków i dalsze badania. Mimo to rządy i inni aktorzy regionalni oczekują od uniwersytetów aktywnego udziału w rozwoju regionów [Chatterton, Goddard, 2000, s. 475]. Można zatem dostrzec rosnące zainteresowanie badaniem i diagnozą znaczenia różnych

typów uczelni w procesach rozwojowych i powstające w związku z kolejnymi badaniami dylematy.

Jak wskazują M. Ranga i H. Etzkowitz, większość literatury poświęconej modelowi *Triple Helix* (i kolejnych) koncentruje się na instytucjonalnych sferach głównych aktorów np. uniwersytetów, przemysłu i administracji publicznej jako całościowych bytach, nie zagłębiając się w występujące zróżnicowanie poziomów aktorów w poszczególnych sferach. Przekłada się to na ukrycie w analizach pewnych specyficznych cech podmiotów oraz sposobu, w jaki wpływają one na dynamikę interakcji. Dlatego też, aby zrozumieć zachowania i specyficzny wkład aktorów helis w złożony podział pracy w zakresie produkcji i wykorzystania wiedzy na rzecz rozwoju, konieczne jest bardziej zróżnicowane podejście do odgrywających swoje role aktorów [Ranga, Etzkowitz, 2013, s. 241–242], co bezpośrednio przekłada się na konieczność wyodrębnienia i skupienia się w analizie na zaawansowanej formie uniwersytetu, jaką jest *Smart University*. Jak wskazują Swadi i Al-Dalaïen, to właśnie ta forma uniwersytetu stanowi niezbędny element transformacji społecznej w kierunku inteligentnego życia, inteligentnego miasta, domu, a nawet inteligentnych aplikacji. Ma to związek z tym, że *Smart University* posiada potencjał do poprawy edukacji, badań i doświadczenia zawodowego interesariuszy, aby sprostać potrzebom przemysłu z wykorzystaniem cyfrowych, innowacyjnych i internetowych technologii dla dobra całego społeczeństwa. To właśnie *Smart University* jest w stanie lepiej niż tradycyjny uniwersytet zmieniać zachowania obywateli i rozwijać potencjał interesariuszy [Swadi, Al-Dalaïen, 2022, s. 1170].

W przeprowadzonym badaniu podjęto się analizy związku SU z szeroko pojętym rozwojem oraz określeniem oddziaływania *Smart University* na otoczenie społeczno-gospodarcze oraz aktorów *Quintuple Helix*. Analiza objęła wybraną literaturę z bazy Scopus.

2. Metodologia

Proces badawczy przeprowadzono zgodnie z metodologią Szpilko i in. 2023, oryginalnie obejmującą siedem odrębnych faz [Szpilko i in., 2023, s. 55–56]. Ze względu na wykorzystanie w badaniu tylko jednej bazy bibliograficznej,

liczbę faz skrócono do 6, nie uwzględniając tym samym procesu eliminacji duplikujących się dokumentów. Fazy ostatecznie obejmowały: 1) wybór bazy bibliograficznej, 2) wybór słów kluczowych oraz 3) kryteriów zawężających zakres wyszukiwania publikacji; następnie 4) przeprowadzono analizę wybranych publikacji, 5) zidentyfikowano obszary badawcze i 6) zdefiniowano klastry tematyczne (rysunek 1).

RYSUNEK 1

Metodologia analizy bibliometrycznej



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Szpilko i in., 2023, s. 55–56].

Ze względu na obszerność materiału empirycznego za istotne uznano zastosowanie wybranych kryteriów zawężających go najpierw do analizy z zastosowaniem VOSViewera, a następnie jeszcze jedno dodatkowe kryterium do pogłębionej analizy treści. W pierwszej części zastosowano kryterium ograniczenia

do wyłącznie dokumentów w j. angielskim, aby uniknąć trudności w tłumaczeniu i interpretacji. Analizowane materiały ograniczono w ten sposób do 362. Po przeczytaniu abstraktów wyselekcjonowano już tylko 323 dokumenty. Dodatkowe kryterium, które zastosowano wyłącznie w analizie pogłębionej, dotyczyło ujęcia jedynie artykułów *open access*, by ograniczyć materiał empiryczny do dokumentów szeroko dostępnych – uzyskano 71 dokumentów. Po analizie abstraktów liczbę tą ograniczono do 61.

W zakresie analizy ilościowej dokładny wzór wyszukania kształtował się następująco:

TITLE-ABS-KEY ("smart universit*") AND ("develop*" OR "impact")
AND LANGUAGE (english)

W przypadku pogłębionej analizy jakościowej zaś:

TITLE-ABS-KEY ("smart universit*") AND ("develop*" OR "impact")
AND OA (all) AND LANGUAGE (english)

W związku z liczbą publikacji o tematyce zarówno z zakresu *Smart University*, jak i szeroko pojętego rozwoju, wykorzystanie analizy bibliometrycznej pozwoliło na identyfikację, syntezę, analizę i krytyczną ocenę wybranych treści [Szpilko i in., 2023, s. 55]. Natomiast wykorzystanie technik ilościowych umożliwiło identyfikację aktualnego stanu i trendów rozwojowych w rozpatrywanym obszarze badawczym (tabela 1).

Wstępne wyszukiwanie terminu „smart universit*” w całym zestawie dostępnych w bazie Scopus materiałów dało 2,557 wyników. Ograniczenie wyszukiwanego zagadnienia do tytułu, streszczenia lub słów kluczowych pozwoliło wykazać 429 rekordów. Większość z nich stanowiły artykuły konferencyjne (58,5%). Po pierwszym zawężeniu kryteriów (o „development” OR „impact”) wyszukiwana liczba materiałów spadła do 362 rekordów. Po zweryfikowaniu abstraktów wszystkich wykazanych dokumentów dane do kolejnego etapu badawczego ograniczono do 323. Odrzucono wyłącznie dokumenty wykazujące brak powiązania lub znikomy związek z obszarem analizy. Kolejnym krokiem było użycie programu VOSviewer do wygenerowania dwóch map odzwierciedlających współwystępowanie słów kluczowych w analizowanym zbiorze publikacji. Wybrane materiały *open access* (71) również zweryfikowano

i ograniczono ostatecznie do 61 dokumentów poddanych analizie pogłębionej. W analizie jakościowej starano się odpowiedzieć na następujące pytanie badawcze: W jaki sposób SU oddziałuje na otoczenie i interesariuszy?

TABELA 1

Wyniki wyszukiwania

Etap	Baza Scopus
Badanie wstępne	
Zapytanie badawcze	ALL ("smart universit*")
Liczba dokumentów przed kryteriami ograniczającymi	2,557
Pierwsze właściwe wyszukanie (analiza ilościowa)	
Zapytanie badawcze	TITLE-ABS-KEY ("smart universit*")
Liczba dokumentów przed kryteriami ograniczającymi	429
Zapytanie badawcze	TITLE-ABS-KEY („smart universit*”) AND („develop*” OR „impact”) AND LANGUAGE (english)
Liczba dokumentów po spełnieniu kryteriów	362 (323 po sczytaniu abstraktów)
Drugie właściwe wyszukanie (analiza jakościowa)	
Zapytanie badawcze	TITLE-ABS-KEY („smart universit*”) AND („develop*” OR „impact”) AND OA (all) AND LANGUAGE (english)
Liczba dokumentów po spełnieniu kryteriów	71 (61 po sczytaniu abstraktów)

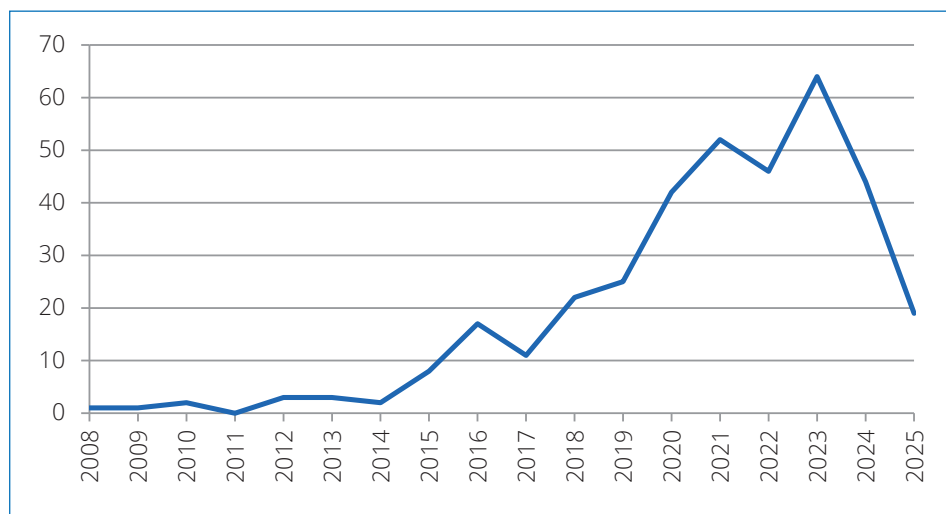
Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Scopus.

3. Wyniki badań

Pierwsza część badań dotyczyła wyselekcjonowanych 362 dokumentów z bazy Scopus. Na ich podstawie zaobserwowano rosnące na przestrzeni lat zainteresowanie *Smart University* w powiązaniu z rozwojem i wpływem (rysunek 2). Należy podkreślić, że eksploracja wskazanych zagadnień wzrosła po 2015 roku. Trudno przy tym ocenić, jak liczne będą publikacje w drugiej połowie 2025 roku.

RYSUNEK 2

Liczba publikacji z zakresu *Smart University*, develop* lub impact w bazach Scopus



Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Scopus.

W przeprowadzonym badaniu istotne było zwrócenie uwagi na obszar tematyczny dostępnych publikacji (tabela 3). Analizowane zagadnienia były bowiem badane przez naukowców z różnych nie tylko dyscyplin, lecz także dziedzin naukowych. Wśród wyszukanych pozycji literaturowych zdecydowanie dominuje klasyfikacja z zakresu informatyki (283 pozycje). Materiały zaklasyfikowane w bazie Scopus jako nauki społeczne dotyczyły tylko 66 pozycji, ale nie jest to informacja w pełni wiarygodna, bowiem klasyfikacja Scopus jest specyficzna i nie jest rozłączna – przykładowo w analizie Scopus wykazano 118 pozycji z nauk decyzyjnych, które *de facto* należą do dziedziny nauk społecznych, których w badaniu, jako oddzielną kategorię, wykazano tylko 66¹. Mimo wykazanych w bazie Scopus trudności z podziałem publikowanych materiałów na dziedziny czy dyscypliny nauk interpretacja jest oczywista – zagadnienia związane ze *Smart University* interesują przedstawicieli różnych obszarów badań. Analizowane zjawisko może być zatem badane w ujęciu multidyscyplinarnym i interdyscyplinarnym.

¹ Tytuły czasopism są klasyfikowane zgodnie ze schematem ASJC (*All Science Journal Classification*). Klasyfikacja jest przeprowadzana przez ekspertów wewnętrznych w momencie dodawania tytułu do bazy Scopus; klasyfikacja opiera się na celach i zakresie tytułu oraz publikowanych treściach [www 2].

TABELA 2

Istotne charakterystyki 362 dokumentów – liczba wystąpień w bazie Scopus

Obszar tematyczny:						
Informatyka	Nauki decyzyjne	Inżynieria	Nauki społeczne	Matematyka	Energia	Fizyka i astronomia
283	118	117	66	42	25	20
Biznes, zarządzanie i rachunkowość	Nauki o środowisku	Medycyna	Ekonomia, ekonometria i finanse	Materialoznawstwo	Pozostałe (po 4 i mniej)	
	15	15	10	7	6	24
Typ dokumentu:						
Conference paper	Article	Book chapter	Conference review	Review	Pozostałe	
207	90	32	21	7	2 i mniej	
Źródła:						
Smart Innovation Systems and Technologies	Lecture Notes in Networks and Systems	ACM International Conference Proceeding Series	Advances in Intelligent Systems and Computing	Pozostałe		
	86	22	9	8	5 i mniej	
Autorzy:						
No Author ID found	Gudkova, S. A.	Bakken, J. P.	Uskov, V. L.	Pozostałe		
21	16	15	15	14 i mniej		
Afilacje:						
Togliatti State University	Bradley University	Bauman Moscow State Technical University	Pozostałe			
46	18	15	11 i mniej			
Kraj:						
Rosja	USA	Indie	Chiny	Hiszpania	Pozostałe	
70	30	19	18	17	15 i mniej	

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Scopus.

Co ciekawe, SU jest płodnym tematem, chętnie poruszonym na konferencjach. Potwierdzają to zarówno dane dotyczące typu dokumentów, jak i rodzajów źródeł. Przykładowo, dominująca w badaniu seria wydawnicza „Smart Innovation Systems and Technologies” publikuje materiały z różnych międzynarodowych konferencji.

Najwięcej w analizowanym obszarze SU publikują autorzy z Rosji. Jest to spowodowane zainteresowaniem tym zagadnieniem naukowców z kilku rosyjskich ośrodków, którzy wykazują wysoką aktywność publikacyjną w tym zakresie.

Następnie, na podstawie 323 wyselekcjonowanych materiałów zidentyfikowano słowa kluczowe, które bezpośrednio kojarzą się z samą specyfiką SU oraz wskazują na możliwe oddziaływanie SU na otoczenie społeczno-gospodarcze i rodzaje relacji z wewnętrznymi i zewnętrznymi interesariuszami.

W dalszym procesie analitycznym wykorzystano oprogramowanie VOSviewer. Uzyskany zbiór danych składał się z 894 słów lub fraz kluczowych, z których 148 spełniło próg pojawienia się co najmniej dwa razy w słowach kluczowych w 323 analizowanych dokumentach. Pozyskany zbiór słów i fraz kluczowych był na tyle powiązany z głównym tematem analizy, że na tym etapie badania nie wymagał dalszych operacji. Ograniczono się jedynie do ujednolicenia terminów i skrótów o tym samym lub podobnym znaczeniu. Najczęściej występujące terminy i ich wzajemne powiązania zilustrowano na rysunku 3.

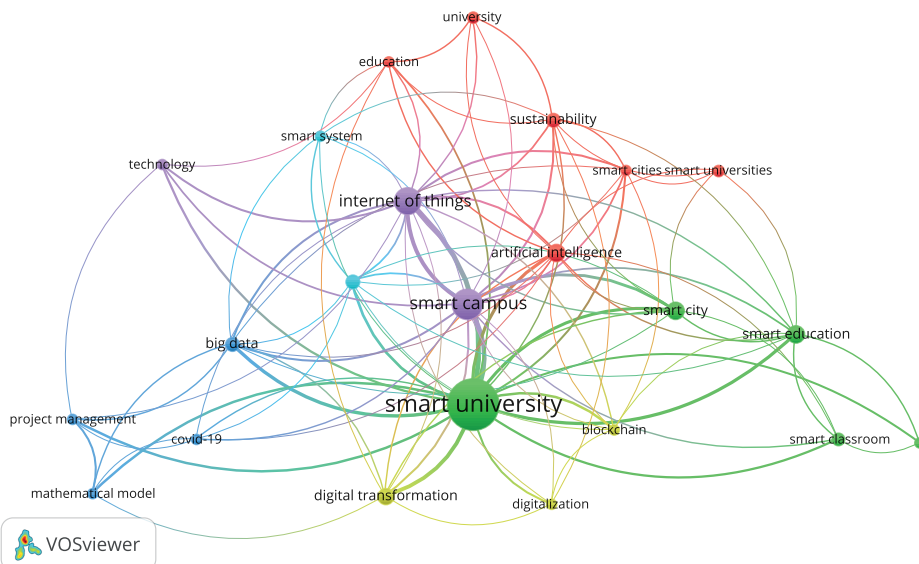
Aby jak najlepiej oddać złożoność problemu, we wstępnej wizualizacji nie ograniczano zbyt mało minimalnej liczby wystąpień słowa kluczowego (do 2). Spowodowało to jednak, że w procesie badawczym wygenerowano aż 19 klastrów, co znacząco utrudniło klarowne rozrysowanie ich na mapie. Z uwagi na rozległość pozyskanego w ten sposób materiału empirycznego niemożliwe było jego pełne ujęcie w niniejszym opracowaniu. Dlatego też ostatecznie zawężono materiał analityczny do minimum 6 wystąpień słów kluczowych, ograniczając liczbę klastrów do 6. Tak przygotowane klastry w wystarczającym stopniu pozwoliły uporządkować analizowany materiał.

Mapa współwystępowania słów kluczowych dotyczących rozwoju i wpływu *Smart University* (minimalna liczba wystąpień: 2)



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania VOSviewer.

Mapa współwystępowania słów kluczowych dotyczących rozwoju i wpływu *Smart University*
(minimalna liczba wystąpień: 6)



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania VOSviewer.

Kolejnym krokiem było przeczytanie całych artykułów wybranych do analizy pogłębionej i wyodrębnienie informacji związanych z pytaniem badawczym postawionym w artykule. Na podstawie notatek materiał został zsyntetyzowany do postaci opisu. Ostatecznie ustrukturyzowane przedstawienie wyników przeglądu wymagało odpowiedniej kategoryzacji, dlatego przyjęto dwa podejścia: zobrazowanie wyników w postaci 6 klastrów głównych oraz odniesienie się do aktorów helis. Nazwy głównych klastrów, słowa kluczowe oraz podsumowanie poszczególnych klastrów pod względem najważniejszych działań rozwijających SU i wpływających na znaczenie SU w rozwoju społeczno-gospodarczym przedstawiono w tabeli 4.

TABELA 3

Nazwy 6 głównych klastrów, słowa kluczowe, zdiagnozowane najistotniejsze działania rozwijające

Klaster	Słowa kluczowe	TLS*	Najistotniejsze działania rozwijające SU
Klaster 1 Czerwony	<i>artificial intelligence</i>	29	SU jako odzwierciedlenie <i>Smart City</i> [Polin, Yigitcanlar, Limb, Washington, 2024, s. 1; Elshapasy, Mohamed, 2024, s. 269] wymaga tworzenia relacji z różnymi podmiotami. Najważniejsza jest poprawa jakości współpracy z zewnętrznymi interesariuszami: miastem, przedsiębiorstwami, innymi uczelniami, społeczeństwem, z wykorzystaniem w tym celu technologii (np. AI) w wykrywaniu istotnych wzorców i trendów.
	<i>sustainability</i>	19	
	<i>smart cities</i>	17	
	<i>education</i>	13	
	<i>university</i>	8	
Zrównoważona inteligentna współpraca z wykorzystaniem sztucznej inteligencji	<i>smart universities</i>	5	
Klaster 2 Zielony	<i>smart university</i>	150	Wzmacnianie potencjału edukacyjnego SU. Najważniejsza jest diagnoza przyszłych potrzeb rynku pracy oraz trudności i problemów związanych ze zmianami technologicznymi i odpowiadanie na nie. Dodatkowo istotne jest wywieranie nacisku na rząd w celu tworzenia odpowiednich polityk edukacyjnych i pozyskiwanie wsparcia finansowego.
	<i>smart city</i>	29	
	<i>smart education</i>	27	
	<i>smart classroom</i>	12	
	<i>smart technology</i>	7	
Smart ekosystem uczenia się			

Klaster	Słowa kluczowe	TLS*	Najistotniejsze działania rozwijające SU
Klaster 3 Granatowy Modele i dane dotyczące odporności	<i>big data</i>	30	Odpowiednie zbieranie i przetwarzanie danych, przygotowywanie się do zmian i szybkie reagowanie. Ważne jest staranne opracowywanie modeli i strategii zarządzania nakierowanych na wzmacnianie elastyczności i odporności SU.
	<i>project management</i>	15	
	<i>mathematical model</i>	14	
	<i>COVID-19</i>	9	
Klaster 4 Żółty Bezpieczna cyfryzacja	<i>digital transformation</i>	28	Główne działania nakierowane na bezpieczną transformację cyfrową oraz ograniczanie ryzyka. Ważne są działania na rzecz opracowania systemowego wsparcia w procesie cyfryzacji i określenie standardów bezpieczeństwa.
	<i>blockchain</i>	14	
	<i>digitalization</i>	9	
Klaster 5 Różowy Automatyzacja kampusu	<i>smart campus</i>	76	Stworzenie kampusu automatycznego i samowystarczalnego. Najważniejsze jest nastawienie na działania proekologiczne (automatyzacja w zakresie ograniczenia zużycia wody, energii, poprawienie gospodarki odpadami, oszczędność czasu, ale także wsparcie aktywności studentów).
	<i>internet of things</i>	74	
	<i>technology</i>	14	
Klaster 6 Turkusowy Wzmocnienie systemu szkolnictwa wyższego	<i>higher education</i>	21	Wzmacnianie systemu edukacji wyższej. Najważniejsze staje się podnoszenie standardów edukacji wyższej, w tym budowanie sieci powiązań i współpracy.
	<i>smart system</i>	8	

* *total link strength* – całkowita siła powiązania

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania VOSviewer.

We wskazanych klastrach istotne jest wzmacnianie relacji SU z podmiotami otoczenia społeczno-gospodarczego oraz poprawianie czy usprawnianie funkcjonowania SU ogółem. *Smart University* stanowi przy tym kluczowy element inteligentnych miast [Jawwad i in., 2024, s. 1163]. SU, odpowiednio zbierając i przetwarzając dane, uzyskują przewagę konkurencyjną nad tradycyjnymi uczelniami. Co więcej, SU dzięki wykorzystaniu takich narzędzi, jak AI, są po

prostu bardziej wydajne i dostępne [George, Wooden, 2023, s. 1]. Rola *Smart University* w relacjach *Quintuple Helix* jest istotna. W przeprowadzonej analizie wykazano następujące sposoby oddziaływania SU na aktorów helis:

- *Smart University* – Przemysł / Gospodarka:
 - ▶ Poprawa jakości współpracy gospodarczej i kooperacyjnej z przemysłem oraz innymi podmiotami [np. Al-Dmour, 2023, s. 15; Al-Sulami i in., 2023, s. 1583; Agarwal, 2023, s. 12–13].
 - ▶ Identyfikacja czynników wpływających na konkurencyjność uczelni i regionów [np. Al-Dmour, 2023, s. 3].
 - ▶ Wysoka jakość edukacji dopasowanej do potrzeb rynku pracy i gospodarki cyfrowej [np. Elshapasy, Mohamed, 2024, s. 272; Rabenatolotra, Moshlyak, 2023, s. 11].
 - ▶ Kształcenie studentów kompetentnych m.in. cyfrowo i technologicznie, cenionych przez pracodawców, zwiększanie tym samym konkurencyjności absolwentów na rynku pracy [np. Agarwal, 2023, s. 14].
 - ▶ Zastosowanie rozwiązań inżynierskich, menedżerskich i technologicznych do poprawy efektywności podejmowanych działań [np. Polin, Yigitcanlar, Limb, Washington, 2024, s. 1; Mutawa, Tolba, 2023, s. 57–59].
 - ▶ Modelowanie zjawisk uczelnianych w celach optymalizacji i oszczędności [np. Escolar i in., 2023, s. 2].
 - ▶ Wykorzystywanie uczelni jako środowiska pilotażowego dla nowych rozwiązań technologicznych [np. Nguyen i in., 2022, s. 79–80].
- *Smart University* – Rząd / Instytucje publiczne:
 - ▶ Oddziaływanie na sektor szkolnictwa wyższego w wymiarze lokalnym, regionalnym i krajowym [np. Al-Sulami i in., 2023, s. 1585].
 - ▶ *Smart University* jako model wspierający transformację cyfrową szkolnictwa wyższego i edukacji ogółem [Luckyardi i in., 2023, s. 930].
 - ▶ Zmniejszenie ryzyka systemowego poprzez elastyczność i zdolność do adaptacji do zmian społeczno-gospodarczych [np. Al-Sulami i in., 2023, s. 1583; Meschini i in., 2022 s. 2].
 - ▶ Tworzenie innowacyjnych rozwiązań i polityk opartych na danych (*data-driven governance*) [np. Polin i in., 2023, s. 11].
 - ▶ Promowanie innowacyjnych, inkluzywnych form nauczania (np. wirtualne uniwersytety, zdalne nauczanie).

- Relacje *Smart University* – Studenci i pracownicy uczelni / Społeczeństwo:
 - ▶ Wydajniejsze i efektywniejsze funkcjonowanie poprzez np. zmniejszenie obciążenia pracowników [np. George, Wooden, 2023, s. 1; Elshapasy, Mohamed, 2024, s. 272], w tym oszczędność czasu dzięki automatyzacji procesów i lepszej organizacji [np. Abdigapbarova i in., 2025, s. 143; George, Wooden, 2023, s. 1].
 - ▶ Poprawa dostępności edukacji – w tym dla grup z ograniczonym dostępem do technologii [np. George, Wooden, 2023, s. 1].
 - ▶ Systemowe wsparcie studentów/pracowników z trudnościami i ze szczególnymi potrzebami, projektowanie usług zorientowanych na użytkownika – personalizacja zarówno względem studentów, jak i wykładowców (odpowiedź SU na obawy, opór, nierówności w dostępie do technologii i różnego typu trudności) [np. Abdigapbarova i in., 2025, s. 152; Tǎlu, 2025, s. 17–19; George, Wooden, 2023, s. 6].
 - ▶ Kształcenie postaw zaangażowania społecznego / obywatelskiego / proekologicznego [np. Al-Dmour, 2023, s. 3].
 - ▶ *Smart University* jako element tworzenia *smart* społeczności [np. Jawwad i in., 2024, s. 1163].
 - ▶ Poprawa komunikacji z otoczeniem i lepsze dopasowanie usług edukacyjnych i funkcjonalności budynków do potrzeb społecznych [np. Elshapasy, Mohamed, 2024, s. 274; Escolar i in., 2023, s. 5].
 - ▶ Systemy poprawiające komfort życia [np. Polin i in., 2024, s. 1; Polin i in., 2023, s. 9] i bezpieczeństwo na kampusach [np. Macia-Perez, Lorenzo-Fonseca, Berna-Martinez, 2024, s. 9–12; Meschini i in., 2022, s. 2].
 - ▶ Poprawa aktywności fizycznej studentów i promowanie postaw prozdrowotnych dzięki inteligentnym rozwiązaniom i przestrzeniom uczelnianym [np. Polin i in., 2023, s. 5].
 - ▶ Oddziaływanie na postawy społeczne – kształtowanie elastyczności, gotowości na zmiany, chęci ciągłego doskonalenia; wspieranie idei uczenia się przez całe życie osób w każdym wieku (np. uniwersytet dziecięcy czy seniora) [np. Polin i in., 2024, s. 2; Al-Sulami i in., 2023, s. 1585].
- Relacje *Smart University* – Środowisko naturalne:
 - ▶ Redukcja zużycia zasobów (np. wody, energii) dzięki inteligentnym systemom zarządzania kampusem [np. Jawwad i in., 2024, s. 1164–1165; Tǎlu, 2025, s. 14; George, Wooden, 2023, s. 9].

- ▶ Monitorowanie i optymalizacja kosztów funkcjonowania infrastruktury kampusu [np. George, Wooden, 2023, s. 9; Polin i in., 2023, s. 7–8].
- ▶ Projektowanie kampusów i procesów zgodnie z zasadami *sustainability* [np. Jawwad i in., 2024, s. 1163].
- ▶ Uczelnia stanowi wzorzec dla społeczności lokalnych w zakresie proekologicznych postaw i rozwiązań [np. Agarwal, 2023, s. 1–2].
- ▶ Wspieranie strategii klimatycznych uczelni i miast poprzez inicjatywy edukacyjne i inżynieryjne [np. Agarwal, 2023, s. 1–2].
- Relacje *Smart University* z innymi uczelniami / środowiskiem akademickim:
 - ▶ Rozwój sieci współpracy uczelni na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym [np. Tǎlu, 2025, s. 14].
 - ▶ Inicjowanie wspólnych projektów badawczych, wymiana doświadczeń, standaryzacja praktyk i narzędzi.
 - ▶ Poprawa jakości i dostępności edukacji poprzez cyfryzację, wykorzystanie nowoczesnych technologii i współdzielenie zasobów [np. Rabenatolotra, Moshlyak, 2023, s. 6].
 - ▶ Rozwój wirtualnych uniwersytetów [np. Mutawa, Tolba, 2023, s. 57–59], wspólnych platform i laboratoriów [np. Polin i in., 2024, s. 2].
 - ▶ Podejmowanie inicjatyw w dążeniu do wysokiej jakości standardów kształcenia i bezpieczeństwa w edukacji wyższej [np. Tǎlu, 2025, s. 15].
 - ▶ Dążenie do stworzenia wspólnych ram odniesienia dla SU (np. modele jakości, mierniki cyfryzacji, ocena wdrożenia zasad zrównoważonego rozwoju) [np. Agarwal, 2023, s. 14; Yu i in., 2023, s. 14].

Analiza dostępnych badań wskazuje na fragmentaryczność oraz brak spójności w ujęciach dotyczących wpływu uczelni typu *Smart University* na otoczenie społeczno-gospodarcze oraz na aktorów helis. Pomimo tych ograniczeń istnieją dowody na pozytywne oddziaływanie działań podejmowanych przez *Smart Universities*, m.in. w zakresie zwiększania zaangażowania interesariuszy [Polin i in., 2023, s. 10], wyrównywania szans rozwojowych oraz stymulowania postępu społeczno-gospodarczego [Al-Sulami i in., 2023, s. 1582]. Ponadto, instytucje te wspierają realizację globalnych postulatów, takich jak zrównoważony rozwój oraz koncepcja uczenia się przez całe życie (*lifelong learning*).

Smart University postrzegana jest jako integralny komponent szerszego ekosystemu *Smart City*, aktywnie współkształtujący jego infrastrukturę, przestrzeń miejską oraz kierunki rozwoju strategicznego. Relacje między SU a aktorami helis mają charakter obustronny i złożony, co wskazuje na konieczność prowadzenia dalszych, pogłębionych analiz.

4. Ograniczenia i przyszłe badania

Tylko nieliczne z analizowanych prac za cel główny przyjęło określenie wpływu czy sposobu oddziaływania SU na wybrany obszar lub sektor [np. Rabenatolotra, Moshlyak, 2023, s. 1]. Badane materiały dotyczyły jednak głównie rozwoju SU jako takiego, analizy wybranych rozwiązań technologicznych lub studiów przypadku, wypełniając inne luki badawcze. Dlatego też, pomimo liczebności artykułów w zakresie SU, koncepcja ta znajduje się nadal w fazie opracowywania oraz weryfikacji badawczej, co oznacza, że jej założenia i praktyczne implikacje są dopiero definiowane i testowane. Część kwestii omawianych w analizowanych publikacjach, takich jak klasyfikacja poziomów rozwoju *Smart University* (np. poprzez modele dojrzałości), wciąż pozostaje przedmiotem debat i nie została jeszcze jednoznacznie ugruntowana w dyskursie naukowym. Trudności te przekładają się na badanie sposobów oddziaływania SU na otoczenie społeczno-gospodarcze i wybranych aktorów helis. Jeżeli nie ma ugruntowanego sposobu klasyfikacji *Smart University* i określania jego poziomów dojrzałości, analiza wpływu SU na otoczenie społeczno-gospodarcze i wybranych aktorów helis jest ograniczona do ogólnego konceptu i wymaga dalszej weryfikacji.

Ograniczenie stanowi również multiinterdyscyplinarny i interdyscyplinarny charakter badanego tematu, przez co utrudniona jest jednoznaczna ocena wyłącznie z perspektywy jednej dziedziny nauki. Wymagane jest zdecydowanie szersze ujęcie.

Przyszłe badania powinny wykorzystywać metody mieszane, w tym wywiady jakościowe i grupy fokusowe, aby uzyskać głębszy wgląd w zrozumienie relacji na styku helis. Co więcej, należałoby zbadać dodatkowo czynniki np. kulturowe i historyczne, a także to, jakie są związane z nimi różnice w rozwoju SU i sposo-

bie oddziaływania SU na otoczenie i interesariuszy. Takie badania pozwoliłyby na kompleksowe zrozumienie wskazanego problemu. Przeprowadzenie badań porównawczych w różnych krajach istotnie pogłębiłoby wiedzę na wskazany temat, dostarczając cennych informacji dla procesu decyzyjnego i rozwoju polityki na poziomie instytucjonalnym.

5. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonej analizy zidentyfikowano sześć ogólnych klastrów oddziaływań uczelni typu *Smart University* (SU) oraz określono kluczowe działania sprzyjające ich rozwojowi. Pogłębiony przegląd literatury pozwolił na wyodrębnienie podstawowych charakterystyk SU w kontekście ich wpływu na otoczenie społeczno-gospodarcze oraz na aktorów modelu *Quintuple Helix*. Uczelnie o zdefiniowanych cechach *smart* w specyficzny sposób oddziałują na środowisko zewnętrzne, generując zróżnicowany wpływ na poszczególnych interesariuszy. Wiedza w tym zakresie może stanowić podstawę dla intensyfikacji wdrażania rozwiązań inteligentnych, a także lepszego ukierunkowania polityk zarządzania szkolnictwem wyższym, w tym procesów inwestycyjnych i rozwojowych.

Analizowane źródła koncentrowały się głównie na badaniach przeglądowych, studiach przypadków lub analizach wybranych komponentów technologicznych, przy czym poszczególne obszary badawcze traktowane były rozłącznie. Brakuje natomiast podejścia zintegrowanego, ujmującego problematykę *Smart University* w sposób holistyczny i systemowy. W perspektywie przyszłych badań postulowane jest opracowanie spójnej, wielowymiarowej koncepcji *Smart University*, obejmującej m.in. typologię poziomów dojrzałości, akceptowalną z punktu widzenia różnych dyscyplin naukowych. Równocześnie wskazane jest przeprowadzenie porównawczej analizy instytucji spełniających kryteria SU, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na rozwój społeczno-gospodarczy oraz na aktorów modelu *Quintuple Helix*. Takie badanie powinno opierać się na łąceniu analizy danych wtórnych, wywiadów pogłębionych oraz zogniskowanych wywiadów grupowych (FGI). Dlatego też rekomenduje się powołanie międzynarodowego, interdyscyplinarnego zespołu badawczego, który – ze względu na złożoność tematyczną, czasochłonność oraz wyzwania

organizacyjne – byłby w stanie pozyskać adekwatne finansowanie i zrealizować kompleksowe badania nad dynamiką rozwoju, wpływem oraz kierunkami transformacji SU.

Zważywszy na nowość poruszanej problematyki oraz jej interdyscyplinarny charakter, niezbędne jest zainicjowanie szerszej debaty akademickiej dotyczącej miejsca i roli *Smart University* we współczesnym ekosystemie edukacyjnym i innowacyjnym. Niniejsze opracowanie stanowi próbę wypełnienia istniejącej luki badawczej oraz może stanowić istotny punkt odniesienia dla dalszych studiów w tym obszarze.

Zrozumienie procesów transformacji w kierunku modelu *Smart University* ma zasadnicze znaczenie, ponieważ rozwój tych instytucji, budowanie potencjału współpracy z otoczeniem oraz wzmacnianie ich roli w rozwoju regionalnym stanowią długofalowe i złożone procesy, które nadal pozostają niedostatecznie rozpoznane. Pomimo deklarowanej gotowości uczelni do wdrażania zmian są one silnie uzależnione od wielu czynników strukturalnych, kulturowych i organizacyjnych, których pełna identyfikacja wymaga dalszych, pogłębionych badań.

Literatura

- Abdigapbarova U., Yeshenkulova D., Shalabayeva L., Aitenova E., Zhiyenbayeva N., Tapalova O., 2025, *Evaluation of the Level of Network Communicative Culture among Teachers and Students*, "International Journal of Interactive Mobile Technologies", vol. 19, no. 2, s. 143–167, DOI: 10.3991/ijim.v19i02.51129.
- Agarwal S.M., 2023, *Go-Brown, Go-Green and Smart Initiatives Implemented by the University of Delhi for Environmental Sustainability Towards Futuristic Smart Universities: Observational Study*, "Heliyon", vol. 9(3), s. 1–18, DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13909.
- Al-Dmour H., 2023, *Green-Smart University Campuses: The Mediating Role of Student Engagement in Enhancing Corporate Image*, "SAGE Open", vol. 13/(4), s. 1–17, DOI: 10.1177/21582440231219591.
- Al-Sulami Z.A., Abduljabbar Z.A., Nyangaresi V.O., Ma J., 2023, *Knowledge Management and its Role in the Development of a Smart University in Iraq*, "TEM Journal", vol. 12(3), s. 1582–1592, DOI: 10.18421/TEM123-40.
- Anttila J., Jussila K., 2018, *Universities and Smart Cities: the Challenges to High Quality, "Total Quality Management & Business Excellence"* (Print Edition), vol. 29, nr 9–10, s. 1058–1073, DOI: 10.1080/14783363.2018.1486552.

- Carayannis E.G., Campbell D.F.J., 2010, *Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate to Each Other?: A Proposed Framework for a Trans-Disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology*, "International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)", vol. 1(1), s. 41–69, DOI: 10.4018/jsesd.2010010105.
- Chatterton P., Goddard J., 2000, *The Response of Higher Education Institutions to Regional Needs*, "European Journal of Education", vol. 35(4), s. 475–481.
- Drucker J., Goldstein H., 2007, *Assessing The Regional Economic Development Impacts Of Universities: A Review Of Current Approaches*, "International Regional Science Review", vol. 30(1), s. 20–46.
- Elshapasy R.A., Mohamed S.F., 2024, *A Framework Transformation of a Traditional Campus into a Bio-Tech Smart-Digital Campus*, "International Journal of Environmental Impacts", vol. 7(2), s. 269–275, DOI: 10.18280/ijei.070211.
- Escolar S., Rincón F., Barba J., Caba J., de la Torre J.A., López J.C., Bravo C., 2023, *A Methodological Approach for the Smartification of a University Campus: The Smart ESI Use Case, "Buildings"*, vol. 13(10), s. 1–26, DOI: 10.3390/buildings13102568.
- Etzkowitz H., Klofsten M., 2005, *The Innovating Region: Toward a Theory of Knowledge-based Regional Development*, "R&D Management", vol. 35(3), s. 243–255.
- George B., Wooden O., 2023, *Managing the Strategic Transformation of Higher Education through Artificial Intelligence*, "Administrative Sciences", vol. 13(9), s. 1–20, DOI: 10.3390/admsci13090196.
- Jawwad A.K.A., Turab N., Al-Mahadin G., Owida H.A., Al-Nabulsi J., 2024, *A Perspective on Smart Universities as Being Downsized Smart Cities: A Technological View of Internet of Thing and Big Data*, "Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science", vol. 35(2), s. 1162–1170, DOI: 10.11591/ijeecs.v35.i2.pp1162-1170.
- Kitson M., Howells J., Braham R., Westlake S., 2009, *The Connected University Driving Recovery and Growth*, NESTA.
- Luckyardi S., Hurriyati R., Disman D., Dirgantari P.D., 2023, *Smart University Image: Branding Strategy in Private Universities*, "Journal of Eastern European and Central Asian Research", vol. 10(16), s. 929–939, DOI: 10.15549/jeecar.v10i6.1508.
- Macla-Perez F., Lorenzo-Fonseca I., Berna-Martinez J.-V., 2024, *An AI-Based Ventilation KPI Using Embedded IoT Devices*, "IEEE Embedded Systems Letters", vol. 16(1), s. 9–12, DOI: 10.1109/LES.2023.3238284.
- Markkula M., Kune H., 2015, *Making Smart Regions Smarter: Smart Specialization and the Role of Universities in Regional Innovation Ecosystems*, "Technology Innovation Management Review", vol. 5(10), no. 7, s. 7–10.
- Meschini S., Pellegrini L., Locatelli M., Accardo D., Tagliabue L.C., Di Giuda G.M., Avena M., 2022, *Toward Cognitive Digital Twins Using a BIM-GIS Asset Management System for a Diffused University*, "Frontiers in Built Environment", vol. 8, s. 959475, DOI: 10.3389/

- fbuil.2022.959475, <https://www.frontiersin.org/journals/built-environment/articles/10.3389/fbuil.2022.959475/full> [data dostępu: 15.12.2025].
- Mutawa A.M., Tolba A.S., 2023, *Digital Twin of a Data Center at Education Institution*, "Journal of Engineering Research", vol. 11, no. 1A, s. 57–67, DOI: 10.36909/jer.15973.
- Nelles J., Vorley T., 2010, *From Policy to Practice: Engaging and Embedding the Third Mission in Contemporary Universities*, "International Journal of Sociology and Social Policy", vol. 30(7/8), s. 341–353.
- Nguyen T.-H., Tran D.-N., Vo D.-L., Mai V.-H., Dao X.-Q., 2022, *AI-Powered University: Design and Deployment of Robot Assistant for Smart Universities*, "Journal of Advances in Information Technology", vol. 13/1, s. 78–84, DOI: 10.12720/jait.13.1.78-84.
- Pellenbarg P.H., 2005, *How to Calculate the Impact of a University on the Regional Economy. A Case Study of the University of Groningen, the Netherlands*, Paper presented to the Conference on Knowledge and Regional Economic Development, organised by the Regional Quantitative Analysis Research Group, University of Barcelona, 9–11 June 2005, s. 1–22, <https://www.rug.nl/staff/p.h.pellenbarg/artikelen/publicaties/13.%20how%20to%20calculate%20the%20impact%20of%20a%20university%20on%20the%20regional%20economy.pdf> [data dostępu: 1.11.2025].
- Polin K., Yigitcanlar T., Limb M., Washington T., 2023, *The Making of Smart Campus: A Review and Conceptual Framework*, "Buildings", vol. 13, 891, s. 1–22, DOI: 10.3390/buildings13040891.
- Polin K., Yigitcanlar T., Limb M., Washington T., 2024, *Smart Campus Performance Assessment: Framework Consolidation and Validation Through a Delphi Study*, "Buildings", vol. 14/12, s. 1–33, DOI: 10.3390/buildings14124057.
- Popa E., Alfonsi A., Blok V., Braun R., Colonnello C., Gerhardus A., Wesselink R., 2021, *Quadruple Helix Collaborations in Practice: Stakeholder Interaction, Responsibility and Governance*, "RICONFIGURE project deliverable report D", 6, Ref. Ares(2021)7182846–22/11/2021, <https://riconfigure.eu/wp-content/uploads/2021/06/D6.4-Quadruple-Helix-Collaborations-in-Practice-1.pdf> [data dostępu: 1.11.2025].
- Pugh R., Hamilton E., Jack S., Gibbons A., 2016, *A Step Into the Unknown: Universities and the Governance of Regional Economic Development*, "European Planning Studies", vol. 24(7), s. 1358–1370.
- Rabenatolotra A., Moshlyak G.A., 2023, *Technological Innovations of Educational. Innovations of Smart University Type*, "Acta Scientiarum – Education", vol. 45, e64756, s. 1–12, DOI: 10.4025/actascieduc.v45i1.64756.
- Ranga M., Etzkowitz H., 2013, *Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society*, "Industry and Higher Education", vol. 27(4), s. 237–262.

- Smith H.L., 2007, *Universities, Innovation, and Territorial Development: A Review of the Evidence*, "Environment and Planning C: Government and Policy", vol. 25(1), s. 110–111.
- Swadi A.F., Al-Dalaïen A.A.H., 2022, *The Effect of Smart University Characteristic on Entrepreneurial Orientation of Students: The Mediating role of Knowledge Sharing*, "WSEAS Transactions on Business and Economics", vol. 19, s. 1170–1179, DOI: 10.37394/23207.2022.19.102.
- Szpilko D., Jimenez Naharro F., Lăzăroiu G., Nica E., de la Torre Gallegos A., 2023, *Artificial Intelligence in the Smart City – A Literature Review*, "Engineering Management in Production and Services", vol. 15(4), s. 53–75, DOI: 10.2478/emj-2023-0028.
- Țălu M., 2025, *Exploring IoT Applications for Transforming University Education: Smart Classrooms, Student Engagement, and Innovations in Teacher and Student-focused Technologies*, "Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro", vol. 7/1, s. 9–29, DOI: 10.12928/biste.v7i1.12361.
- Uskov V.L. i in., 2020, *Smart University: Conceptual Modeling and Systems' Design*, [w:] V.L. Uskov, J.P. Bakken, R.J. Howlett, L.C. Jain, *Smart Universities. Concepts, Systems, and Technologies*, Springer International Publishing AG 2018, DOI: 10.1007/978-3-3190-59454-54.
- Yu V.F., Bahauddin A., Ferdinand P.F., Fatmawati A., Lin S.-W., 2023, *The ISM Method to Analyze the Relationship between Blockchain Adoption Criteria in University: An Indonesian Case*, "Mathematics", vol. 11/1, s. 1–17, DOI: 10.3390/math11010239.
- www 1, <https://www.aeaweb.org/jel/guide/jel.php> [data dostępu: 2.11.2025].
- www 2, https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/12007/supporthub/scopus/kw/what+is+scopus [data dostępu: 2.11.2025].