

JOURNAL OF MODERN SCIENCE

NUMER SPECJALNY

Tom 5/54/2023

www.jomswsge.com



DOI: doi.org/10.13166/jms/176173

MICHAŁ CIOCH

Lublin University of Technology, Poland

ORCID iD: 0000-0003-2674-6559

MONIKA KULISZ

Lublin University of Technology, Poland

ORCID iD: 0000-0002-1117-8088

**WYKORZYSTANIE LOGIKI ROZMYTEJ
W PROCESIE DECYZYJNYM
DOTYCZĄCYM STOSOWANIA
OUTSOURCINGU
W PRZEDSIĘBIORSTWACH**

**THE USE OF FUZZY LOGIC IN THE
DECISION-MAKING PROCESS
REGARDING THE USE OF
OUTSOURCING IN COMPANIES**

ABSTRACT

Purpose: The study aimed to propose a fuzzy logic system solution as a tool to support the decision to implement outsourcing in companies, taking into account the fundamental factors of the concept.

Methods: Based on an extensive literature review, a questionnaire survey of companies and an industry research report, a set of fundamental factors for the use of outsourcing in companies was selected. A fuzzy logic model was then created to generate an answer on whether a company should implement outsourcing activities based on the values of the input factors.

Results: The results of the study suggest that the use of fuzzy logic can effectively support companies in making decisions to delegate functions or processes to external partners. Automating this process can effectively help companies adapt to dynamic market changes.

Discussion: Adaptation to market conditions and continuous development are crucial to the success of enterprises. Automating the decision-making process, especially in the area of outsourcing, can be an important factor in helping companies adapt to changing economic conditions. A limitation of the study is the need for enterprises to prepare for the selection of an outsourcing partner and processes for delegation. Conclusions point to the need for further research into the development of preparation strategies that can support enterprises in the effective use of a fuzzy logic-based decision-making model.

KEYWORDS: *fuzzy logic, AI, outsourcing, outsourcing factors, company*

STRESZCZENIE

Cel: Badanie miało na celu zaproponowanie rozwiązania systemu logiki rozmytej jako narzędzia wspierania decyzji o wdrożeniu outsourcingu w przedsiębiorstwach, uwzględniając fundamentalne czynniki tej koncepcji.

Metody: Na podstawie obszernego przeglądu literatury, badania kwestionariuszowego na przedsiębiorstwach oraz raportu badawczego branżowego wybrano grupę fundamentalnych czynników stosowania outsourcingu w przedsiębiorstwach. Następnie stworzono model logiki rozmytej, który na podstawie wartości czynników wejściowych generuje odpowiedź, czy przedsiębiorstwo powinno wprowadzić działania outsourcingowe.

Wyniki: Wyniki badania sugerują, że wykorzystanie logiki rozmytej może efektywnie wspierać przedsiębiorstwa w podejmowaniu decyzji dotyczących delegowania funkcji lub procesów partnerom zewnętrznym. Automatyzacja tego procesu może skutecznie pomóc przedsiębiorstwom w adaptacji do dynamicznych zmian rynkowych.

Omówienie: Adaptacja do warunków rynkowych i stały rozwój są kluczowe dla sukcesu przedsiębiorstw. Automatyzacja procesu podejmowania decyzji, zwłaszcza w obszarze outsourcingu, może stanowić istotny czynnik ułatwiający przedsiębiorstwom dostosowanie się do zmieniających się warunków gospodarczych. Ograniczeniem badania jest konieczność przygotowania przedsiębiorstw do wyboru partnera outsourcingowego oraz procesów do delegacji. Wnioski wskazują na potrzebę dalszych badań nad opracowaniem strategii przygotowawczych, które mogą wspierać przedsiębiorstwa w efektywnym wykorzystaniu modelu decyzyjnego opartego na logice rozmytej.

SŁOWA KLUCZOWE: *logika rozmyta, SI, outsourcing, czynniki outsourcingu, przedsiębiorstwo*

WPROWADZENIE

Dynamika działań w gospodarce oczekuje od przedsiębiorstw zastosowania nowoczesnych koncepcji i technik zarządzania. Jedną z nich jest outsourcing (Słoniec i in., 2018). W związku z tym, przedsiębiorstwa muszą być zdolne do adaptacji i stale rozwijać swoje modele biznesowe (Pereira i in., 2021). Podejście przedsiębiorstw do wdrażania usług outsourcingu jest różne, przedsiębiorstwa zlecają zarówno procesy główne dla danej działalności, jak i poboczne, część lub całość funkcji i procesów biznesowych (Asatiani i in., 2019). Wszystko zależy od celów i misji przedsiębiorstw, efektywności i wydajności funkcjonowania na rynku oraz możliwości jakie daje branża. Przedsiębiorstwa od zawsze poszukują możliwości, które dadzą im przewagę na rynku, jest to szczególnie istotne w trakcie czasów kryzysu i wstrząsów, turbulentnego otoczenia przedsiębiorstwa (Chawla, 2020). Wynikiem tego jest skupienie działań na procesach kluczowych dla danej działalności oraz minimalizacja ryzyka związanego z procesami pobocznymi i ewentualnym brakiem odpowiednich kompetencji w zakresie ich wykonywania. Takie możliwości daje outsourcing.

Koncepcja ta szybko stała się integralną częścią świata biznesu, reprezentując działania, w trakcie których przedsiębiorstwo deleguje realizację wybranych

funkcji lub procesów partnerom zewnętrznym (Pizoń i in., 2022; Zarzycka i in., 2019). Funkcje i procesy pomocnicze takie jak finanse i księgowość, zarządzanie zasobami ludzkimi, zakupy i wydatki, rozliczanie, wprowadzanie zamówień, listy płac, zarządzanie gotówką i inwestycjami itd. są najczęściej zlecane partnerom (Jacobides, 2008). Wykorzystanie koncepcji outsourcingu znacznie zwiększa konkurencyjność oraz elastyczność rynkową przedsiębiorstw, a także daje możliwość optymalizacji finansowej (López, 2014). Poprzez outsourcing usług i idące za tym wdrażanie rozwiązań cyfrowych, praktycznie wszystkie sektory gospodarki, czy to w przemyśle, czy w handlu, dążą do zwiększenia wydajności i stworzenia bardziej efektywnych struktur administracyjnych (Ponciano & Amaral, 2021). Badania wykazały, że aby bardziej skoncentrować się na swoich kluczowych kompetencjach, przedsiębiorstwa mają tendencję do zlecania na zewnątrz procesów innych niż podstawowe (Lam & Chua, 2009). Strategiczne podejście do realizacji procesów pobocznych pozwala przedsiębiorstwom skupić się na swoich kluczowych kompetencjach (Khaki & Rashidi, 2012). Można je postrzegać jako kompetencje, które są trudne do skopiowania dla innych przedsiębiorstw (Edvardsson i in., 2011).

Outsourcing jest najczęściej wykorzystywany ze względu na jego potencjał do redukcji kosztów, zwiększania elastyczności i konkurencyjności rynkowej oraz dawania możliwości skupienia się na kluczowych kompetencjach, a także uzyskania dostępu do globalnej puli zasobów (Edvardsson & Teitsdóttir, 2015; Gunasekaran i in., 2015). Dostęp do zasobów jest kolejnym fundamentem outsourcingu. Przedsiębiorstwa nie muszą posiadać środków, kompetencji oraz wiedzy aby wykorzystywać je w swojej działalności. Do zasobów należą m. in. nowe technologie, do których dzisiaj zaliczają się sztuczna inteligencja, technologia blockchain, rzeczywistość wirtualna oraz cyfrowe platformy pracy (Bhattacharyya & Mandke, 2021; Ikumapayi i in., 2020). Przykładowo, zintegrowanie działań poprzez wykorzystanie możliwości chmury może zapewnić dużą elastyczność, ponadto, daje możliwość poprawy jakości realizacji procesów (Rani & Furrer, 2021).

Decyzyjność w zakresie outsourcingu należy do kadry kierowniczej, która podejmuje ją w oparciu o niezbędne czynniki i aktualną sytuację przedsiębiorstwa. W związku z tym, że procesy decyzyjne realizowane są przez ludzi, zwierają subiektywny komponent. Literatura wskazuje, że do wspomagan

takich działań mogą zostać zastosowane m.in. systemy logiki rozmytej (Aksoy & Öztürk, 2016). Zbiory rozmyte zostały wprowadzone przez Zadeha w 1965 roku, a ich wykorzystanie pozwala na pracę z danymi gdzie mamy do czynienia z nieprecyzyjnymi granicami (Bojanowska & Kulisz, 2023). Jedna z definicji mówi, że logika rozmyta to narzędzie, które jest przyjazne dla użytkownika i pozwala na elastyczność w procesach podejmowania decyzji (Altinoz & Winchester, 2001). Ponadto, narzędzie to jest w stanie działać ze skomplikowanymi danymi i rozwiązywać złożone problemy bez konieczności modelowania matematycznego, jeśli nie ma wielu danych do przetworzenia (Gola & Kłósowski, 2019; Shu-Hsien Liao, 2005). W systemach logiki rozmytej niezbędny jest zbiór funkcji przynależności oraz reguł decyzyjnych, który jest pozyskany od ekspertów danej dziedziny (Dweiri & Kablan, 2006).

System logiki rozmytej jest wykorzystywany w wielu dziedzinach i obszarach. W outsourcingu m. in. został wykorzystany do stworzenia dynamicznego systemu wyboru strategicznego dostawcy, wspierając wybór decydenta. Decyzja ta oparta jest o niepewne parametry, stąd algorytm, łącząc wyniki systemów, jest w stanie wybrać przyszłych strategicznych dostawców przedsiębiorstwa. (Aksoy i in., 2014). Logika rozmyta została wykorzystana również do stworzenia systemu oceniającego decyzję *make or buy* dla potencjalnych dostawców w przemyśle odzieżowym, gdzie dane wyjściowe obejmowały decyzję o zakupie lub produkcji własnej (Aksoy & Öztürk, 2016). Metodę wykorzystano również do opracowania systemu wspierającego wybór dostawcy w oparciu o czynniki jakościowe tj. koszty, jakość oraz serwis (Sharma, 2022). Ze względu na szeroki zakres możliwości stosowania logiki rozmytej, co potwierdzają wymienione przykłady z różnych dziedzin, zdecydowano się również na jej zastosowanie jej w prowadzonych badaniach.

Celem artykułu jest zaproponowanie rozwiązania systemu logiki rozmytej, jako narzędzia służącego zautomatyzowanemu wspieraniu podejmowania decyzji w zakresie wykorzystania outsourcingu przez przedsiębiorstwo, biorąc pod uwagę fundamentalne czynniki stosowania powyższej koncepcji.

METODYKA BADAŃ – DOBÓR PARAMETRÓW WEJŚCIOWYCH DO MODELU LOGIKI ROZMYTEJ

Przegląd literatury, a także raport badawczy branżowy zrealizowany przez Technavio – Global Industry Research (2023) oraz badanie na grupie 278 przedsiębiorstw w Polsce zrealizowane w czerwcu 2022 roku metodą CAWI (Computer Assisted Web Interview) pozwoliły na wyznaczenie fundamentalnych czynników stosowania outsourcingu. Badanie zostało zrealizowane z zastosowaniem odpowiedniego podziału, biorąc pod uwagę PKB, liczbę przedsiębiorstw, zatrudnienie oraz sektory działania tj. usługi, rolnictwo oraz przemysł. Raport natomiast zawiera rozdział poświęcony wzrostowi na globalnym rynku usług outsourcingu, w którym poruszony jest temat czynników wykorzystania tej koncepcji. Tabela 1 natomiast przedstawia sformułowane czynniki mogące wpływać na decyzję przedsiębiorstwa o outsourcingu, wraz ze źródłami literaturowymi opisanymi we wprowadzeniu, wskazującymi na znaczenie danych czynników w kontekście wykorzystania outsourcingu.

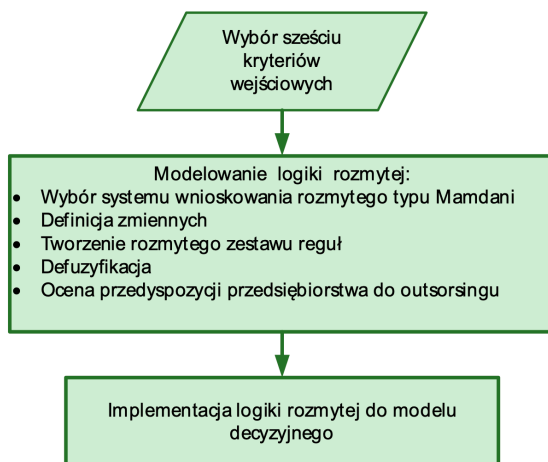
Tabela 1. Zestawienie czynników z potwierdzeniem w literaturze

Lp.	Czynniki	Pozycja literatury
1	Integracja działań poprzez wykorzystanie chmury	(Rani & Furrer, 2021; Yap i in., 2013)
2	Redukcja kosztów związanych z procesami pobocznymi, tymi które można outsourcować	(Edvardsson i in., 2019; López, 2014; Mansor i in., 2018)
3	Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy	(Edvardsson & Teitsdóttir, 2015; Gonzalez i in., 2015; Ikumapayi i in., 2020)
4	Koncentracja na kluczowej działalności (optymalizacja kluczowych punktów działalności)	(González Ramírez i in., 2015; Khaki & Rashidi, 2012)
5	Utrzymanie lub poprawa jakości realizacji outsourcowanych procesów (w tym zapewnienie audytu i kontroli jakości)	(Chang i in., 2012; González Ramírez i in., 2015; Gunasekaran i in., 2015)
6	Zwiększenie konkurencyjności i elastyczności rynkowej	(González Ramírez i in., 2015; López, 2014)

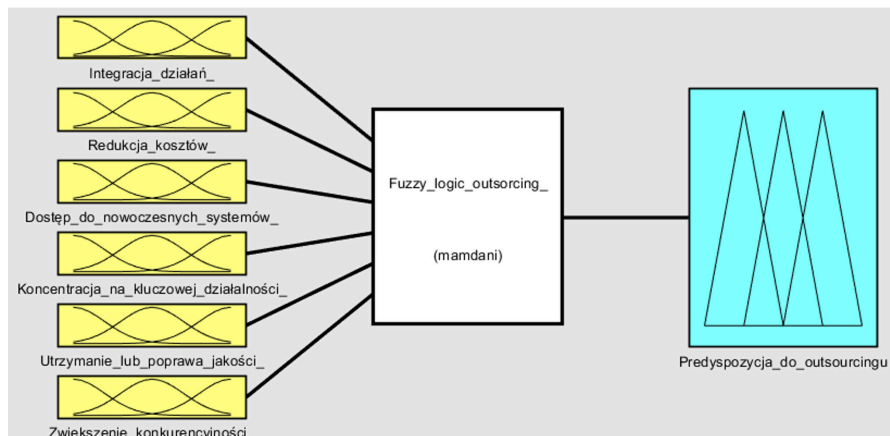
METODYKA BADAŃ – CHARAKTERYSTYKA MODELU LOGIKI ROZMYTEJ

Dla przeprowadzenia badania autorzy zaproponowali użycie logiki rozmytej, zaimplementowanej w Matlabie – Simulinku, wersja 2023a, z wykorzystaniem toolbxa Fuzzy Logic Designer. Schemat przeprowadzonych badań przedstawiono na Rysunku 1.

Rysunek 1. Schemat przeprowadzonych badań

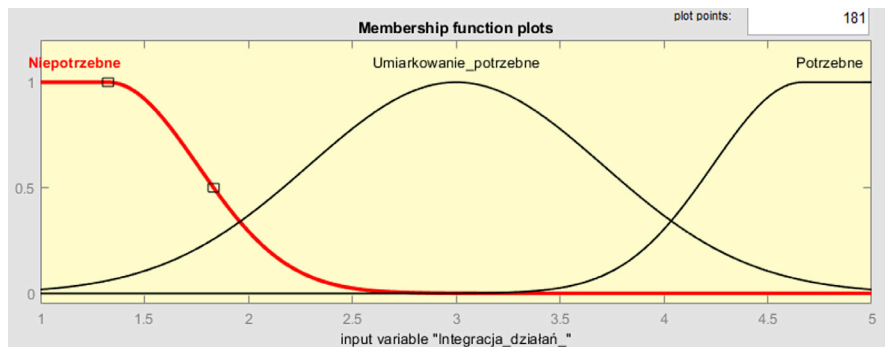


Na podstawie wcześniejszej analizy wybrano sześć kluczowych kryteriów (Tabela 1) – jako zmienne wejściowe dla tego badania. Każda zmienna wejściowa może przyjmować wartości od 1 do 5 (pięciostopniowa skala Likerta). Zmienna wyjściowa zdefiniowana jako *Predyspozycja do outsourcingu* określa, czy przedsiębiorstwo powinno angażować się w działania outsourcingowe czy nie. Wybrano kontroler typu Mamdani. Model oparty na logice rozmytej ilustrujący tę koncepcję przedstawiono na Rysunku 2.

Rysunek 2. Model logiki rozmytej – Predyspozycja do outsourcingu

Na podstawie oceny ekspertów, wiedzy fachowej i doświadczenia, zastosowano fuzzyfikację do zmiennych wejściowych i wyjściowych. Fuzzyfikacja oznacza rozmywanie czyli proces zamiany precyzyjnych danych wejściowych na dane rozmyte. Dla danych wejściowych zastosowano funkcje Gaussa, zaś dla danych wyjściowych funkcje trójkątne. Dla zmiennych wejściowych zastosowano trzystopniową skalę. Skala ta obejmuje trzy kategorie: *Niepotrzebne*, *Umiarkowanie potrzebne* i *Potrzebne*. Przypisanie danej kategorii zależy od liczbowej wartości zmiennej. Wartości od 1 do 2 kwalifikują się jako *Niepotrzebne*. Jeśli wartość zmiennej wynosi 3, jest ona uznawana za *Umiarkowanie potrzebną*. Natomiast wartości 4 i 5 wskazują, że zmienna przyjmuje wartość *Potrzebne*. Przykład funkcji przynależności dla zmiennej *Integracja działań poprzez wykorzystanie chmury* przedstawiono na Rysunku 3. Zmienna wyjściowa była mierzona w dwustopniowej skali: *Bardzo mała* i *Bardzo duża*. Do modelowania jako metodę defuzzyfikacji (przekształcenia rozmytych wyników uzyskanych z systemu logiki rozmytej z powrotem na precyzyjne wartości skalarnie) wybrano centroid – metodę środka ciężkości.

Rysunek 3. Przykład funkcji przynależności dla pierwszej zmiennej



Na podstawie kombinacji zbiorów reguł rozmytych oceniana jest predyspozycja przedsiębiorstw do wdrożenia w nich outsourcingu. Wpływ określonych kryteriów na skłonność do outsourcingu jest określany przez serię rozmytych reguł IF-THEN (Jeżeli – To). Te reguły są wyprowadzane z subiektywnych opinii, wiedzy i doświadczenia profesjonalistów. Opracowanie tych reguł zapewnia, że ważne relacje między kryteriami wejściowymi są uwzględniane. Sformułowano łącznie 34 rozmyte reguły. Poniżej znajduje się 5 przykładów takich rozmytych reguł wraz z ich odpowiednimi wagami w bazie wiedzy:

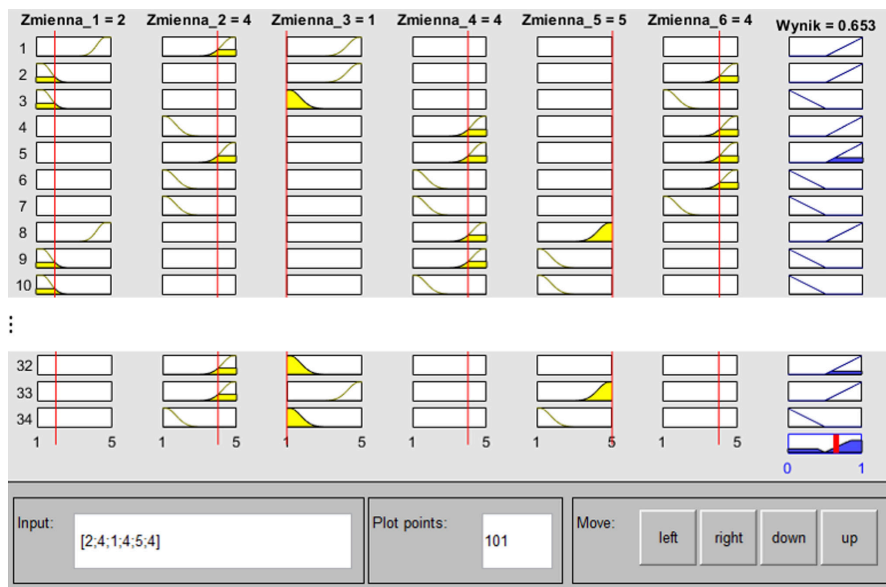
1. IF *Integracja działań poprzez wykorzystanie chmury* is *Potrzebne* OR *Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy* is *Potrzebne* THEN *Predyspozycje do outsourcingu* is *Bardzo duża*; waga: 0,6;
2. IF *Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy* is *Potrzebne* OR *Utrzymanie lub poprawa jakości realizacji outsourcowanych procesów (w tym zapewnienie audytu i kontroli jakości)* is *Potrzebne* THEN *Predyspozycja do outsourcingu* is *Bardzo duża*; waga: 0,8;
3. IF *Redukcja kosztów związanych z procesami pobocznymi, tymi które można outsourcować* is *Potrzebne* AND *Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy* is *Potrzebne* AND *Utrzymanie lub poprawa jakości realizacji outsourcowanych procesów (w tym zapewnienie audytu i kontroli jakości)* is *Potrzebne* THEN *Predyspozycja do outsourcingu* is *Bardzo duża*; waga: 0,8;

4. IF *Koncentracja na kluczowej działalności (optymalizacja kluczowych punktów działalności)* is Niepotrzebne AND *Utrzymanie lub poprawa jakości realizacji outsourcowanych procesów (w tym zapewnienie audytu i kontroli jakości)* is Niepotrzebne AND *Zwiększenie konkurencyjności i elastyczności rynkowej* is Niepotrzebne THEN *Predyspozycja do outsourcingu* is Bardzo mała; waga: 0,8;
5. IF *Integracja działań poprzez wykorzystanie chmury* is Niepotrzebne AND *Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy* is Niepotrzebne AND *Zwiększenie konkurencyjności i elastyczności rynkowej* is Niepotrzebne THEN *Predyspozycja do outsourcingu* is Bardzo mała; waga: 0,3.

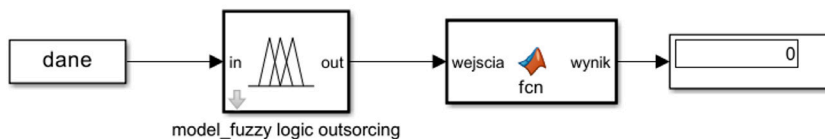
WYNIKI I DISKUSJA

Przykład działania sterownika rozmytego dla wybranego testowanego przedsiębiorstwa został przedstawiony na Rysunku 4. Na rysunku w wierszach pokazano reguły wnioskowania, a w kolumnach zmienne modelu, przy czym pierwsze sześć kolumn to zmienne wejściowe, a ostatnia kolumna to zmienna wyjściowa. Ze względu na ograniczenia wyświetlania długich nazw w toolboxie na rysunku zmieniono nazwy zmiennych jako – Zmienna_1, Zmienna_2 itd. Całkowity szacowany wynik wyświetlany jest w prawym górnym rogu ekranu. Ten interfejs umożliwi również wizualizację (a w razie potrzeby również analizę) działania poszczególnych reguł wnioskowania rozmytego. Odbywa się to poprzez interakcję odpowiednich funkcji przynależności z zadanymi parametrami. W omawianym przypadku na wyjściu uzyskano wartość wynoszącą 0.653. Biorąc pod uwagę subiektywną ocenę, wiedzę i doświadczenia ekspertów ustalono, że jeśli wartość będzie powyżej 0.5 to oznacza, że przedsiębiorstwo powinno wdrożyć outsourcing, w przypadku wartości poniżej 0.5 nie warto go wdrażać w przedsiębiorstwie. W związku z tym, w przypadku przedsiębiorstwa zaprezentowanego na Rysunku 4, należałoby podjąć decyzję, że warto wdrożyć outsourcing w tym przedsiębiorstwie.

Rysunek 4. Przykładowy fragment okna z programu dotyczący działania reguł



System wnioskowania rozmytego typu Mamdani, który został opracowany i wdrożony w środowisku Simulnik, służy do wspierania podejmowania decyzji dotyczących delegowania procesów w przedsiębiorstwie (outsourcing). Model ten generuje decyzję binarną: 1 oznacza zasadność delegowania procesów, natomiast 0 wskazuje na jej brak. Kluczowym elementem modelu jest funkcja f_{cn} , która przetwarza dane wyjściowe z systemu Mamdani. W przypadku uzyskania wartości powyżej $0,5$ funkcja ta przyjmuje wartość 1 , a dla wartości równej lub niższej niż $0,5$ – wartość 0 . Wejście modelu stanowi wektor danych charakteryzujących poszczególne przedsiębiorstwa. Schematyczny wygląd modelu zaprezentowano na Rysunku 5, zaś efektywność jego działania została szczegółowo opisana w Tabeli 2. Tabela 2 zawiera przykładowe odpowiedzi dla dziesięciu wybranych badanych przedsiębiorstw (5-stopniowa skala Likerta, badanie metodą CAWI, $N=278$) na pytania dotyczące ich aktualnych potrzeb, które mogą zostać spełnione poprzez outsourcing w tych przedsiębiorstwach. W tabeli tej P oznacza przedsiębiorstwo, zaś znajdujący się obok zapis np. #5 oznacza numer porządkowy danego przedsiębiorstwa z tego badania.

Rysunek 5. Model decyzyjny z zaimplementowanym modelem logiki rozmytej**Tabela 2.** Efektywność działania modelu na podstawie wybranych odpowiedzi

Lp.	Czynnik	P #5	P #11	P #25	P #56	P #77	P #150	P #183	P #211	P #246	P #270
1	Integracja działań poprzez wykorzystanie chmury	1	4	4	1	1	1	3	4	1	2
2	Redukcja kosztów związanych z procesami pobocznymi, tymi które można outsource'ować	3	4	3	3	3	1	3	4	1	4
3	Dostęp do nowoczesnych systemów, technologii i wiedzy	4	5	4	2	1	5	1	2	2	1
4	Koncentracja na kluczowej działalności (optymalizacja kluczowych punktów działalności)	2	2	3	1	2	3	2	4	4	4
5	Utrzymanie lub poprawa jakości realizacji outsourcowanych procesów (w tym zapewnienie audytu i kontroli jakości)	5	2	4	5	1	3	2	1	2	5
6	Zwiększenie konkurencyjności i elastyczności rynkowej	1	3	2	3	5	2	5	3	3	4
Wyniki działania modelu		0,821	0,653	0,773	0,82	0,181	0,819	0,184	0,539	0,219	0,653
decyzja 1-0		1	1	1	1	0	1	0	1	0	1

Analizując otrzymane w wyniku działania modelu dane oraz konsultując je z osobami mającymi doświadczenie w tym obszarze można stwierdzić, że zaproponowany model logiki rozmytej działa w sposób prawidłowy.

Podjmowanie decyzji w przedsiębiorstwach staje się kluczowym elementem adaptacji do dynamicznie zmieniających się warunków gospodarczo-rynkowych. W badaniu zastosowano model logiki rozmytej jako narzędzie do zautomatyzowanego wspierania procesu decyzji związanych z wdrożeniem outsourcingu w przedsiębiorstwach.

Logika rozmyta wydaje się odgrywać istotną rolę w procesie podejmowania decyzji biznesowych, szczególnie w kontekście outsourcingu. Dzięki swojej zdolności do radzenia sobie z niepewnością i złożonością, logika rozmyta pozwala firmom na lepsze dostosowanie się do zmieniających się warunków rynkowych oraz na efektywne zarządzanie projektami outsourcingowymi (Sokolovska & Dudnyk, 2021). Co więcej, innowacyjne podejścia do modelowania decyzji biznesowych, wykorzystujące logikę rozmytą, mogą znacząco przyczynić się do lepszego zrozumienia potrzeb klientów i partnerów, co jest kluczowe dla osiągnięcia sukcesu w dynamicznym środowisku biznesowym (Mondal i in., 2018; Şen, 2017).

Badanie otwiera perspektywę praktycznego zastosowania modelu w realnym środowisku biznesowym. Możliwość wykorzystania rozwiązania do wspierania decyzji zarządczych w przedsiębiorstwach procesu może przyczynić się do skuteczniejszego dostosowywania się przedsiębiorstw do zmieniających się warunków rynkowych.

Jednakże, badanie posiada pewne ograniczenia, które warto wziąć pod uwagę. Jest to konieczność przygotowania przedsiębiorstwa do wyboru partnera outsourcingowego oraz procesów do delegacji.

WNIOSKI

Podsumowując, badanie nad zastosowaniem logiki rozmytej w procesie podejmowania decyzji o wdrożeniu outsourcingu w przedsiębiorstwach przyniosło obiecujące rezultaty. Wyniki wskazują, że wykorzystanie modelu zaimplementowanego w Matlabie – Simulinku, może efektywnie wspierać przedsiębiorstwa w podejmowaniu decyzji zarządczych. Automatyzacja kluczowego procesu, jakim jest proces podejmowania decyzji może skutecznie wspomagać przedsiębiorstwa w szybszym dostosowywaniu się do

dynamicznych warunków rynkowych. Podejście zastosowane w artykule, odnosząc je do dotychczasowych osiągnięć nauki, ma potencjał do dalszego rozwoju i adaptacji w różnych kontekstach zarządzania.

Pomoc w decyzji o outsourcingu, choć istotna, nie gwarantuje sukcesu wdrożenia. W związku z tym, dalsze badania powinny skoncentrować się na opracowaniu strategii przygotowawczych, które mogą wspierać przedsiębiorstwa w efektywnym wykorzystaniu modelu decyzyjnego opartego o logikę rozmytą.

BIBLIOGRAFIA

- Aksoy, A., & Öztürk, N. (2016). Design of an intelligent decision support system for global outsourcing decisions in the apparel industry. *The Journal of The Textile Institute*, 107(10), 1322–1335. <https://doi.org/10.1080/00405000.2015.1103985>
- Aksoy, A., Sucky, E., & Öztürk, N. (2014). Dynamic Strategic Supplier Selection System With Fuzzy Logic. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 109, 1059–1063. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.588>
- Altinoz, C., & Winchester, S. C. (2001). A Fuzzy Approach to Supplier Selection. *Journal of the Textile Institute*, 92(2), 155–167. <https://doi.org/10.1080/00405000108659605>
- Asatiani, A., Penttinen, E., & Kumar, A. (2019). Uncovering the nature of the relationship between outsourcing motivations and the degree of outsourcing: An empirical study on Finnish small and medium-sized enterprises. *Journal of Information Technology*, 34(1), 39–58. <https://doi.org/10.1177/0268396218816255>
- Bhattacharyya, S. S., & Mandke, P. (2021). Exploratory Study of the Role of Emerging Technologies in Outsourcing of Supply Chain Functions: *International Journal of Applied Logistics*, 11(2), 71–98. <https://doi.org/10.4018/IJAL.2021070104>
- Bojanowska, A. B., & Kulisz, M. (2023). Using Fuzzy Logic to Make Decisions Based on Data From CRM Systems. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 17(5), 269–279. <https://doi.org/10.12913/22998624/172374>
- Chang, S.-I., Yen, D. C., Ng, C. S.-P., & Chang, W.-T. (2012). An analysis of IT/IS outsourcing provider selection for small – and medium-sized enterprises in Taiwan. *Information & Management*, 49(5), 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.im.2012.03.001>
- Chawla, P. (2020). Impact of Employer Branding on Employee Engagement in BPO Sector in India With the Mediating Effect of Person-Organisation Fit. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 11(3), 59–73. <https://doi.org/10.4018/IJHCITP.2020070104>

- Dweiri, F. T., & Kablan, M. M. (2006). Using fuzzy decision making for the evaluation of the project management internal efficiency. *Decision Support Systems*, 42(2), 712–726. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2005.04.001>
- Edvardsson, I. R., Durst, S., & Oskarsson, G. K. (2019). Strategic outsourcing in SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 27(1), 73–84. <https://doi.org/10.1108/JSBED-09-2019-0322>
- Edvardsson, I. R., Oskarsson, G. K., & Vesteyndottir, S. (2011). Enhancing customer services and core competencies: Outsourcing in Icelandic service SMEs. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 14(3), 313. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2011.042756>
- Edvardsson, I. R., & Teitsdóttir, U. D. (2015). Outsourcing and financial crisis: Evidence from Icelandic service SMEs. *Employee Relations*, 37(1), 30–47. <https://doi.org/10.1108/ER-11-2013-0168>
- Gola, A., & Kłosowski, G. (2019). Development of computer-controlled material handling model by means of fuzzy logic and genetic algorithms. *Neurocomputing*, 338, 381–392. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.05.125>
- Gonzalez, R., Gasco, J. L., & Llopis, J. (2015). Information systems outsourcing satisfaction: Some explanatory factors. *Industrial Management & Data Systems*, 115(6), 1067–1085. <https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2015-0030>
- González Ramírez, M. R., Gascó Gascó, J. L., & Llopis Taverner, J. (2015). Razones y riesgos del outsourcing de sistemas de información en las grandes empresas españolas. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 24(3), 175–189. <https://doi.org/10.1016/j.redee.2015.03.001>
- Gunasekaran, A., Irani, Z., Choy, K.-L., Filippi, L., & Papadopoulos, T. (2015). Performance measures and metrics in outsourcing decisions: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 161, 153–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.021>
- Ikumapayi, O. M., Oyinbo, S. T., Akinlabi, E. T., & Madushele, N. (2020). Overview of recent advancement in globalization and outsourcing initiatives in manufacturing systems. *Materials Today: Proceedings*, 26, 1532–1539. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.315>
- Jacobides, M. G. (2008). How Capability Differences, Transaction Costs, and Learning Curves Interact to Shape Vertical Scope. *Organization Science*, 19(2), 306–326. <https://doi.org/10.1287/orsc.1070.0312>
- Khaki, A. R., & Rashidi, S. (2012). Outsourcing and its impact on operational objectives and performance: A study of Iranian telecommunication industries. *Management Science Letters*, 2(1), 235–244. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2011.08.013>
- Lam, W., & Chua, A. Y. K. (2009). An analysis of knowledge outsourcing at Eduware. *Aslib Proceedings*, 61(5), 424–435. <https://doi.org/10.1108/00012530910989599>
- López, A. (2014). Outsourcing and firm productivity: A production function approach. *Empirical Economics*, 47(3), 977–998. <https://doi.org/10.1007/s00181-013-0770-x>

- Mansor, M. F., Abu, N. H., Abashah, A. N., & Mohd Kassim, M. A. (2018). Cost Reduction and Business Strategy Matters to Human Resource Outsourcing? A Validation by HR Experts from Government Link Companies (GLC's). *MATEC Web of Conferences*, 150, 05033. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815005033>
- Mondal, H. S., Raihan, M., Roy, S., & Mondal, S. (2018). Effective Business Strategy Decision Making Method Using Fuzzy Logic. *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8493738>
- Pereira, V., Budhwar, P., Temouri, Y., Malik, A., & Tarba, S. (2021). Investigating Investments in agility strategies in overcoming the global financial crisis-The case of Indian IT/BPO offshoring firms. *Journal of International Management*, 27(1). <https://doi.org/10.1016/j.intman.2020.100738>
- Pizoń, J., Cioch, M., Kanski, L., & García, E. S. (2022). Cobots Implementation in the Era of Industry 5.0 Using Modern Business and Management Solutions. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 16(6), 166–178. Scopus. <https://doi.org/10.12913/22998624/156222>
- Ponciano, E., & Amaral, C. (2021). What influences the innovation environment in BPO companies? *Business Process Management Journal*, 27(1), 106–123. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2020-0129>
- Rani, U., & Furrer, M. (2021). Digital labour platforms and new forms of flexible work in developing countries: Algorithmic management of work and workers. *Competition & Change*, 25(2), 212–236. <https://doi.org/10.1177/1024529420905187>
- Şen, Z. (2017). Intelligent business decision-making research with innovative fuzzy logic system. *International Journal of Research, Innovation and Commercialisation*, 1(1), 93. <https://doi.org/10.1504/IJRIC.2017.082300>
- Sharma, R. K. (2022). Examining interaction among supplier selection strategies in an outsourcing environment using ISM and fuzzy logic approach. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(5), 2175–2194. <https://doi.org/10.1007/s13198-022-01624-2>
- Shu-Hsien Liao. (2005). Expert system methodologies and applications—A decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.003>
- Słonec, J., Kaczorowska, A., & Motyka, S. (2018). Generations of the development of IT outsourcing in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 17(4), 141–150. <https://doi.org/10.22630/ASPE.2018.17.4.61>
- Sokolowska, Z., & Dudnyk, O. (2021). Devising a technology for managing outsourcing IT-projects with the application of fuzzy logic. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (110)), 52–65. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224529>
- Technavio – Global Industry Research. (2023). *Global Document Outsourcing Market 2023-2027*.

- Yap, C.-S., Lim, Y.-M., & Lee, T.-H. (2013). Explaining IT Outsourcing Satisfaction using Domberger's Theory: An SME Perspective. *Gadjah Mada International Journal of Business*, 15(1), 45. <https://doi.org/10.22146/gamaijb.5400>
- Zarzycka, E., Dobroszek, J., Lepisto, L., & Moilanen, S. (2019). Coexistence of innovation and standardization: Evidence from the lean environment of business process outsourcing. *Journal of Management Control*, 30(3), 251–286. <https://doi.org/10.1007/s00187-019-00284-x>