

Błażej SAJDUK 

Uniwersytet Jagielloński

blazej.sajduk@uj.edu.pl

ROZMYTE MAPY KOGNITYWNE JAKO TECHNIKA PROWADZENIA USTRUKTURYZOWANEJ ANALIZY SYSTEMOWEJ W OBSZARZE NAUK O BEZPIECZEŃSTWIE

ABSTRACT Fuzzy Cognitive Maps as a Technique for Conducting Structured Systems Analysis in the Area of Security Sciences

The article aims to present and introduce the main assumptions and procedures for creating fuzzy cognitive maps (FCM) in the field of security studies. FCM are a tool for conducting a systematic analysis of phenomena with a complex structure and consisting of many interrelated elements. The text was divided into three main parts devoted accordingly to theoretical premises of the FCM (the system analysis, mental and cognitive maps), the FCM itself, and the procedure for creating and using RMK for analytical purposes.

Keywords: security studies methodology, techniques of information analysis, system analysis, fuzzy cognitive maps

Słowa kluczowe: metodologia nauk o bezpieczeństwie, techniki analizy informacji, analiza systemowa, rozmyte mapy kognitywne

Celem artykułu jest zaprezentowanie głównych założeń teoretycznych oraz procedury tworzenia rozmytych map kognitywnych (RMK) (ang. *fuzzy cognitive maps*, FCM). RMK są techniką¹ służącą do prowadzenia analizy zjawisk o złożonej strukturze, mających systemowy charakter, to znaczy zawierających w sobie wiele wzajemnie ze sobą powiązanych elementów. Celem tekstu jest przybliżenie RMK jako narzędzia do prowadzenia ustrukturyzowanej analizy heurystycznej², mającego znaczny potencjał analityczny, które łączy i operacjonalizuje (pozwala zastosować w praktyce) podejście systemowe, mapy kognitywne oraz logikę rozmytą. Ponadto uwzględnia elementy podejścia *quasi*-jakościowego, wizualnego reprezentowania informacji oraz elementy analizy ilościowej, może też stanowić przykład wykorzystania akademickich metod badawczych na gruncie pracy z informacją wykonywaną w celach wywiadowczych³.

W międzynarodowym kontekście badawczym RMK (oraz szerzej logika rozmyta⁴) stanowią prężnie rozwijający się kierunek i metodę badań⁵, z perspektywy nauk

¹ W literaturze dotyczącej metodologii prowadzenia badań społecznych nie ma klarownej granicy oddzielającej zakres pojęciowy „metody” od „techniki” badawczej. Natomiast kategoriami pojęciowymi o węższym od nich zakresie znaczeniowym są „procedura” i „narzędzie” badawcze. Ze względu na specyfikę RMK w tekście określane będą wymiennie jako „metoda” oraz „technika prowadzenia analizy”. Przedmiotem tego artykułu nie jest refleksja nad strukturą wiedzy i nauki, tym niemniej autor, na potrzeby wywodu, przyjmuje następującą logiczną hierarchię poziomów wiedzy i poznania: ontologia, epistemologia, metodologia, metody (badawcze), techniki (analityczne), procedury, narzędzia (badawcze). W takim układzie, w zależności od sposobu wykorzystania RMK, będą się lokować na poziomach poniżej metodologii, jako metoda, technika, ewentualnie, w procesie analizy wywiadowczej, jako procedura lub/ oraz narzędzie.

² Zob. H.J. Richards Jr., R.H. Peterson, *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis*, 2nd ed., Washington 2015.

³ Przykład tego rodzaju transferu wiedzy na temat metod i technik analitycznych zauważył m.in. Richard J. Heuer Jr. w 1978 roku. Zob. R.J. Heuer Jr., *Adapting Academic Methods and Models to Governmental Needs: The CIA Experience*, „Military Issues Research Memos” 1978, s. 1-17, [online] <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA065258.pdf>, 20 I 2021.

⁴ Na znaczenie logiki rozmytej w dociekaniach badawczych z zakresu nauk społecznych zwraca uwagę Charles C. Ragin. Zob. Ch.C. Ragin, *Redesigning Social Inquiry. Fuzzy Sets and Beyond*, Chicago–New York 2008.

⁵ Przeglądu wykorzystania koncepcji logiki rozmytej dokonali niedawno Radim Bělohlávek, Joseph W. Dauben i George J. Klir. Zob. R. Bělohlávek, J.W. Dauben, G.J. Klir, *Fuzzy Logic and Mathematics: A Historical Perspective*, Oxford 2017. Zob. też. G.K. Klir, B. Yuan, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*, New Jersey 1995; *Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications*, red. M. Glykas, Berlin 2010. Natomiast próbę wprowadzenia tego podejścia na grunt nauk społecznych podjął Charles C. Ragin. Zob. Ch.C. Ragin, *Redesigning Social Inquiry...* Ponadto za przykład wykorzystania tej metody w pracach naukowych z ostatnich lat mogą posłużyć teksty z zakresu zarządzania kryzysowego, zarządzania zasobami naturalnymi, modelowania ekologicznego, farmacji czy zrównoważonego rozwoju. Zob. np.: S. Henly-Shepard, S.A. Gray, L.J. Cox, *The Use of Participatory Modeling to Promote Social Learning and Facilitate Community Disaster Planning*, „Environmental Science & Policy” 2015, no. 45, s. 109-122; A. Nyaki i in., *Local-Scale Dynamics and Local Drivers of Bushmeat Trade*, „Conservation Biology” 2014, vol. 28, no. 5, s. 1403-1414; S. Gray i in., *Modeling the Integration of Stakeholder Knowledge in Social-Ecological Decision-Making: Benefits and Limitations to Knowledge Diversity*, „Ecological Modelling” 2012, no. 229, s. 88-96; G. Nápoles

o bezpieczeństwie warto zwłaszcza podkreślić przykłady wykorzystania tej techniki do analizy procesów decyzyjnych⁶, handlu bronią⁷ oraz zwalczania terroryzmu⁸ czy modelowania działalności powstańczej⁹. Pomimo potencjału, jaki RMK oferują w działaniach z zakresu prowadzenia analizy, polskie przykłady wykorzystania tej metody na gruncie nauk społecznych są sporadyczne¹⁰, sytuacja ta dotyczy również nauk o bezpieczeństwie czy o polityce i administracji¹¹.

Same RMK stanowią efekt syntezy kilku koncepcji teoretycznych. Aby je przybliżyć, artykuł został podzielony na trzy części. Pierwsza przedstawia teoretyczne przesłanki mające główny udział w konceptualizacji i wyklarowaniu się założeń RMK (podejście systemowe oraz mapy mentalne i kognitywne). Druga część tekstu przybliża specyfikę samych RMK. Wywód zamyka opis procedury tworzenia RMK, które autor postuluje, aby traktować jako przykład ustrukturyzowanej techniki prowadzenia analizy. Przy czym, za Richardem J. Heuerem, w tekście ustrukturyzowane techniki analityczne (*Structured analytic techniques*) rozumiane są jako *mechanizmy, dzięki którym proces myślowy jest eksternalizowany w sposób systematyczny i przejrzysty*,

i in., *Two-Steps Learning of Fuzzy Cognitive Maps for Prediction and Knowledge Discovery on the HIV-1 Drug Resistance*, „Expert Systems with Applications” 2014, vol. 41, s. 821-830; K. Papageorgiou i in., *Fuzzy Cognitive Map-Based Sustainable Socio-Economic Development Planning for Rural Communities*, „Sustainability” 2020, vol. 12, no. 1, s. 1-31.

⁶ A.K. Tsadiras, I. Kouskouvelis, L.G. Margaritis, *Fuzzy Cognitive Maps as a Decision Support System for Political Decisions: The Case of „Great Albania”*, Conference: Proceedings of the 5th Hellenic-European Conference on Computer Mathematics and its Applications (HERCMA-01), Athens, Hellas, 20-22 IX 2001, [online] https://www.researchgate.net/publication/221157040_Fuzzy_cognitive_map_as_a_decision_support_system_for_political_decisions_The_case_of_Great_Albania, 20 I 2021.

⁷ G.S. Sanjian, *Fuzzy Set Theory and U.S. Arms Transfers: Modeling the Decision-Making Process*, „American Journal of Political Science” 1988, vol. 32, no. 4, s. 1018-1046; G.S. Sanjian, *Arms Transfers, Military Balances, and Interstate Relations: Modeling Power Balance versus Power Transition Linkages*, „The Journal of Conflict Resolution” 2003, vol. 47, no. 6, s. 711-727.

⁸ O.A. Osoba, B. Kosko, *Fuzzy Cognitive Maps of Public Support for Insurgency and Terrorism*, „Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology” 2017, vol. 14, no. 1, s. 17-32.

⁹ P.J. Giabbanelli, *Modelling the Spatial and Social Dynamics of Insurgency*, „Security Informatics” 2014, vol. 3, no. 1, s. 1-15.

¹⁰ Należy odnotować wykorzystanie RMK w analizie z zakresu planowania przestrzennego. Zob. np. M. Skiba, *Wykorzystanie rozmytych map kognitywnych FCM jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji w planowaniu przestrzennym*, „Teka Komisji Urbanistyki i Architektury” 2018, t. 46, s. 557-564.

¹¹ Jedynym przejawem zainteresowania był referat autorstwa prof. Leszka Sykulskiego pt. *Rozmyte Mapy Kognitywne w Badaniu Geopolityki Polski XX wieku*, wygłoszony na konferencji zorganizowanej przez Oddział IPN w Rzeszowie w ramach konferencji „Stulecie odrodzenia Państwa Polskiego na mapie Europy. Polska myśl geopolityczna w XX wieku” w dniach 17-19 października 2018 r. Autor w swoim wystąpieniu skupił się na wymiarze opisowym i teoretycznym. Sygnalizował, iż RMK mogą stanowić metodę potencjalnie przydatną w badaniach noosfery, jednak bez wskazania sposobów aplikacji tej techniki do warsztatu pracy analitycznej. Wystąpienie dostępne: *Rozmyte mapy kognitywne – wprowadzenie* | Odc. 89 – dr Leszek Sykulski, [online] https://www.youtube.com/watch?v=wDDno5ocY-8o&feature=emb_title, 20 I 2021.

tak by móc stanowić materiał łatwy do dzielenia się z innymi, uzupełniania go i krytykowania przez innych¹², co otwiera możliwość wykorzystania RMK w procesie badań i analiz prowadzonych w obrębie nauk o bezpieczeństwie¹³, zwłaszcza że RMK mogą z powodzeniem stanowić element cyklu wywiadowczego, w szczególności w części, w której ustalany jest sens pozyskanych informacji (przetwarzanie danych i analiza informacji).

PODEJŚCIE SYSTEMOWE

Ze względu na cel artykułu, którym jest prezentacja koncepcji RMK nawiązujących do podejścia systemowego, autor omówił zagadnienia bezpośrednio wiążące się z tytułową techniką analityczną, koncentrując uwagę czytelnika na tych elementach perspektywy systemowej, które bezpośrednio dotyczą ram teoretycznych RMK.

Mówiąc o podejściu systemowym do badań, należy pamiętać, że *mamy do czynienia z metodą o szczególnych cechach, której trudno nie podejrzewać o pewien eklektyzm metodologiczny*¹⁴, co zarazem stanowi o łatwości, z jaką udaje się ją wykorzystywać do prowadzenia analiz w obrębie różnych dyscyplin. Piotr Sienkiewicz wyróżnił na poziomie „makroanalizy systemowej” pięć klas problemów, w których wykorzystanie podejścia systemowego jest uzasadnione, w tym do analizy stosunków międzynarodowych, analizy politycznej, analizy strategicznej i prognozowania¹⁵. Jako koncepcja teoretyczna, analiza systemowa jest podejściem dającym się z powodzeniem wykorzystywać zarówno w naukach o polityce i administracji¹⁶, stosunkach międzynarodowych¹⁷, jak i naukach o bezpieczeństwie¹⁸, jednak dotychczasowy namysł badaczy nad tym zagad-

¹² R.J. Heuer Jr., R.H. Peterson, *Structured Analytic Techniques...*, s. 2. Głos polemiczny wobec zasadności stosowania tego rodzaju narzędzi zob. W. Chang i in., *Restructuring Structured Analytic Techniques in Intelligence*, „Intelligence and National Security” 2018, vol. 33, no. 3, s. 337-356.

¹³ Ale także nauk o polityce i administracji czy nauk o stosunkach międzynarodowych.

¹⁴ P. Sienkiewicz, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Warszawa 1994, s. 45.

¹⁵ *Tamże*, s. 123. Pozostałe to: problemy globalne, problemy planowania przestrzennego, koncepcje rozwoju kraju, problemy wartościowania techniki.

¹⁶ K. Kasianiuk, *Podejście systemowe jako metoda analizy instytucjonalnej. Uwagi wstępne*, 2016, s. 13, [online] <https://www.researchgate.net/publication/311678560>, 20 I 2021.

¹⁷ Choć na gruncie polskiej nauki o stosunkach międzynarodowych dominuje podejście badawcze traktujące kategorię systemu głównie jako element opisu ładu międzynarodowego, temat ten szczególnie często podejmuje Tomasz Pawłuszko oraz Dariusz Kondrakiwicz. Zob. np. T. Pawłuszko, *System międzynarodowy w polskiej nauce o stosunkach międzynarodowych*, „Rocznik Politologiczny” 2014, nr 10, s. 7-28; D. Kondrakiwicz, *System międzynarodowy jako kategoria w nauce o stosunkach międzynarodowych*, „Teki Komisji Politologii i Stosunków Międzynarodowych” 2016, nr 11, cz. 3, s. 75-94.

¹⁸ Na gruncie polskiej nauki o bezpieczeństwie refleksja nad podejściem systemowym skupiała się głównie na analizie zagadnień teoretycznych, rekonstrukcji systemu bezpieczeństwa narodowego RP lub komparatystyce rozwiązań prawnych. Por. M. Drygiel-Bielińska, *Podejście systemowe w badaniach nad bezpieczeństwem*, „Desecuritate” 2015, nr 2(1), s. 6-18; J. Gierszewski, *Model bezpieczeństwa społecznego na tle teorii systemów*, „Colloquium Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych” 2013, nr 2, s. 65-80; P. Mickiewicz, *System bezpieczeństwa narodowego. W rozwiązaniach systemowych wybranych*

nieniem koncentrował się głównie na wymiarze teoretycznym, natomiast opisywane w tekście RMK stwarzają możliwość operacjonalizacji tej wiedzy.

Za prekursorów ujęcia systemowego wskazuje się tworzących w połowie XX wieku brytyjskiego biochemika Josepha Needhama oraz austriackiego biologa Ludwiga von Bertalanffy'ego, których przedmiotem badań były organizmy żywe, analizowane jako złożone całościowe systemy. Ze świata nauk biologicznych pojęcie to zostało przejęte przez inne dziedziny wiedzy i twórczo w ich obrębie zaadaptowane. W cybernetyce posługiwał się nim Norbert Wiener, a w teorii informacji Claude E. Shannon. Prace obu naukowców zainspirowały innych badaczy z obszaru nauk społecznych do zastosowania podejścia systemowego, w tym Talcotta Parsonsa w socjologii, Jeana Piageta w psychologii, Kennetha E. Bouldinga w ekonomii, a w naukach politycznych podejście systemowe było wykorzystywane przez Davida Eastona i Gabriela Almonda.

Sformułowano wiele definicji pojęcia „system”, idąc jednak tropem polskich badaczy tego podejścia, systemem można określić *zbiór elementów i zachodzących między nimi relacji przy czym zbiór relacji określany jest jako struktura systemu*¹⁹. Ujęcie systemowe oferuje specyficzny sposób definiowania i analizowania problemów, jego cechą charakterystyczną jest rozpatrywanie zjawisk jako celowo zorientowanych całości posiadających dającą się wyodrębnić strukturę, w obrębie której tworzące ją elementy/podsystemy połączone są różnorodnymi sprzężeniami i relacjami. Całość natomiast znajduje się w określonym otoczeniu. Ponadto badanie skoncentrowane jest na cechach systemu uznanych za istotne z określonego punktu widzenia. Co ważne, jeśli analiza ma uwzględniać elementy, które same mają charakter systemowy, elementy te określa się mianem podsystemów.

Ponadto mianem nadsystemu określa się system, którego część stanowią elementy analizowanego systemu. Elementy tworzące system, ale i systemy łączą ze sobą (i z otoczeniem) dwa typy sprzężeń, proste, gdy jeden element/system oddziałuje na drugi, oraz sprzężenia, w których dwa elementy/systemy oddziałują na siebie wzajemnie²⁰, tworząc sprzężenie zwrotne – efekt oddziaływania jednego elementu powoduje reakcję elementu poddanego temu oddziaływaniu. Ponadto sprzężenia można podzielić na dodatnie, wzmacniające (katalizujące – im więcej jest jednego elementu, tym więcej elementu, na który on oddziałuje) lub ujemne, osłabiające (inhibitujące – im więcej danego elementu, tym mniej elementu, na który on oddziałuje).

Według polskich teoretyków cybernetyki i analizy systemowej Piotra Sienkiewicza i Mariana Mazura obiekt, który jest systemem, należy analizować przy zachowaniu następujących zasad metodologicznych²¹, przy czym uwagi te są także adekwatne w procesie tworzenia RMK:

państw, Warszawa 2018; H. Świeboda, *Prognozowanie zagrożeń bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2017, s. 165-219.

¹⁹ M. Mazur, *Cybernetyka i charaktery*, Warszawa 1976, s. 45.

²⁰ *Tamże*, s. 63, 85.

²¹ P. Sienkiewicz, *Analiza systemowa...*, s. 35-36; M. Mazur, *Cybernetyka i charaktery...*, s. 47.

- 1) przedmiotem badania są dobrze wyodrębnione ze środowiska zorganizowane całości, których granice są ściśle określone, a elementy należące do systemu są precyzyjnie ustalone;
- 2) w trakcie badania rozróżnienie między systemem a jego otoczeniem nie może ulegać zmianie;
- 3) systemy są dzielone na podsystemy ze względu na rodzaj pełnionej przez nie funkcji w całości;
- 4) podział systemu na podsystemy i zachodzące w ich wnętrzach zależności może zostać dokonany w różny sposób w zależności od celu badania, każdy taki zabieg daje jednak tylko pewien obraz całości. Ponadto każdy z wyodrębnionych elementów może stanowić osobny przedmiot analizy, który jednak nie może być badany niezależnie od właściwości całego systemu, z którego został wyodrębniony;
- 5) elementy systemu powinny być rozłączne, co oznacza, że nie mogą występować elementy należące naraz do kilku systemów – przynależność elementu do jednego systemu oznacza, że nie przynależy on równocześnie do żadnego innego systemu; nie może być też elementów systemu, które nie należą do żadnego z jego podsystemów.

Z perspektywy dalszego wywodu warto uzupełnić powyższe uwagi o typologię modeli systemów, których wyróżnia się trzy weberowskie typy idealne. Są to model białej skrzynki, czarnej skrzynki oraz szarej skrzynki. Model „białej skrzynki”, to taki, w którym wszystkie elementy oraz zależności pomiędzy nimi są znane, jest on *de facto* opisem analizowanego systemu. Model „czarnej skrzynki” zakłada istnienie systemu w otoczeniu, z którego przyjmuje on impulsy, następnie przetwarza je na impulsy wyjściowe – innymi słowy, badacz nie posiada wiedzy na temat procesów zachodzących wewnątrz systemu, może natomiast śledzić impulsy na wejściach i wyjściach z systemu. Model „szarej skrzynki” zakłada, że badacz jest w stanie uchwycić tylko część elementów i relacji tworzących system²². Krzysztof Kasianiuk, próbując zoperacjonalizować powyższą typologię, postuluje połączenie modeli białego i czarnego, ponieważ, jak zauważa: (...) *model białej skrzynki może pozwolić na wyznaczenie względnie czytelnych relacji strukturalnych, będących przedmiotem zainteresowania badacza. Natomiast model czarnej skrzynki może pomóc w wyznaczeniu funkcji systemu w odpowiednio określonym otoczeniu*²³.

²² Informacja jest niekompletna w zakresie wiedzy o: poszczególnych elementach i parametrach systemu, o strukturze systemu, o jego granicach oraz/lub o zmianach, jakie w nim zachodzą. Ł. Donaj, *Teoria szarych systemów a prognozowanie w naukach społecznych. Przyczynek do dyskusji*, „Przegląd Strategiczny” 2017, nr 10.

²³ K. Kasianiuk, *Podjęcie systemowe...*

MODELE MENTALNE I MAPY KOGNITYWNE

Metodami prowadzenia analizy, na bazie których rozwinęły się i z których korzystają RMK, są oprócz podejścia systemowego także modele mentalne (*mental model*)²⁴ oraz mapy kognitywne (*cognitive maps*)²⁵. Te pierwsze wywodzą się z psychologii poznawczej uprawianej w paradygmacie konstruktywistycznym, który wskazuje na fakt, iż każdy człowiek konstruuje w umyśle własny model mentalny świata. Ta reprezentacja/wyobrażenie otaczającej rzeczywistości zbudowana jest m.in. ze zinterpretowanych informacji, abstrakcji i innych elementów, za pomocą których człowiek przyjmuje, filtruje, zapamiętuje, koduje i dekoduje informacje, wrażenia i doświadczenia. Innymi słowy, rzeczywistość: *nie istnieje niezależnie od obserwatora, rzeczywistość i wiedza o niej są strukturalnie powiązane. Wiedza jest kontekstem dla rzeczywistości, a rzeczywistość: jest kontekstem dla wiedzy*²⁶. Zgodnie z tym stwierdzeniem fakty nie mogą być analizowane obiektywnie, ale zawsze występują w kontekście innej wiedzy badaczy. Ponadto, jak zauważa Manfred Spitzer, choć *im więcej już wiemy, lepiej możemy połączyć nowe treści z tymi, którymi już dysponujemy (...) uczenie się w niemałym zakresie polega właśnie na tworzeniu takich wewnętrznych połączeń (...) wiedza może pomóc w strukturalizowaniu, porządkowaniu i umacnianiu nowej wiedzy; to jednak wiedza może (...) także zmieniać optykę, może wręcz czynić nas ślepyimi na to, co mamy bezpośrednio przed oczami*²⁷. Jednym ze sposobów ograniczenia tego negatywnego wpływu niewyartykułowanej *explicite* wiedzy na proces analityczny oraz błędów poznawczych (*cognitive biases/heuristic biases*)²⁸ jest przyjęcie takiej formy gromadzenia

²⁴ W tym kontekście stosowana są również w literaturze przedmiotu bliskoznaczne terminy mapa koncepcyjna (*concept maps*) oraz mapa mentalna (*mental maps*), które zazwyczaj przybierają formę tekstową. Zob. Analizy map mentalnych przywódców politycznych. Zob. *Mental Maps in the Era of Two World Wars*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2008; *Mental Maps in the Early Cold War Era, 1945-68*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2011; *Mental Maps in the Era of Détente and the End of the Cold War 1968-91*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2015.

²⁵ Dla klarowności wywodu autor, mówiąc o (graficznej) wizualizacji modelu mentalnego/mapy koncepcyjnej, pozostanie przy terminie mapa kognitywna. Por. S.A. Gray, E. Zanne, S.R.J. Gray, *Fuzzy Cognitive Maps as Representations of Mental Models and Group Beliefs*, [w:] *Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering. From Fundamentals to Extensions and Learning Algorithms*, red. E. Papageorgiou, Berlin 2014. Ponadto modele mentalne/mapy koncepcyjne za pomocą wykorzystania elementów graficznych mogą zostać przekształcone z tekstowego opisu w mapy myśli, czyli nitekstowy sposób przelewania myśli na papier. Wydaje się, że można nawet zaryzykować twierdzenie, że idea reprezentowania wiedzy w ten sposób jest blisko spokrewniona z koncepcją map kognitywnych. Zob. T. Buzzan, B. Buzzan, *Mapy Twoich myśli. Mindmapping, czyli notowanie interaktywne*, przeł. D. Rossowski, Łódź 2003.

²⁶ D. Chmielewska-Banaszak, *Teorie i idee konstruktywistyczne w psychologii*, „Principia” 2012, vol. 56, s. 45, [online] http://zbc.uz.zgora.pl/Content/27705/PDF/teorie_i_idee.pdf, 20 I 2021.

²⁷ M. Spitzer, *Jak uczy się mózg*, przeł. M. Guzowska-Dąbrowska, Warszawa 2011, s. 203.

²⁸ W uproszczeniu to powtarzalne (systemowe) błędy popełniane przez ludzi w ocenie prawdopodobieństwa czy interpretacji wyników powstałe pod wpływem np. silnego oddziaływania intuicji, nieświadomego przyjęcia wstępnych założeń czy stereotypów. Zob. D. Kahneman, *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*, przeł. P. Szymczak, Poznań 2012.

i prezentacji informacji oraz metody/techniki ich analizy, by możliwie duża część procesu myślowego na temat analizowanego zagadnienia została „sprowokowana” do ujawnienia się. Temu celowi mogą służyć mapy mentalne, czyli wizualizacje map kognitywnych.

Mapy mentalne są ustrukturyzowanymi i sformalizowanymi systemami prezentacji wiedzy, mającymi za zadanie odzwierciedlić systemy pojęciowe decydentów. Ich graficzna forma przybiera postać grafu zbudowanego z punktów oraz powiązań je łączących. W mapach kognitywnych punktami są pojęcia, a powiązania oznaczają relacje je łączące. Przy czym Robert Axelrod, twórca metody tworzenia map kognitywnych, przyjął, że w opisie relacji najlepiej swoją funkcję spełnią relacje opisujące związki przyczynowe²⁹ – jedno zjawisko powoduje, jest przyczyną innego zjawiska. Mapy kognitywne miały jednak tę wadę, że funkcjonowały w logice binarnej³⁰ i nie pozwalały na tworzenie symulacji działania systemu. Oba te problemy zostały zniwelowane w RMK.

Zarówno model mentalny, jak i mapę kognitywną można rozpatrywać z perspektywy normatywnej lub empirycznej. W pierwszym ujęciu stanowić mogą wskazanie, jak decydent powinien postrzegać rzeczywistość. Jako model empiryczny, model mentalny/mapa kognitywna stanowi reprezentację tego, jak dany decydent postrzega relacje pomiędzy pojęciami oraz jak w związku z tym podejmuje decyzje. Z perspektywy dalszego wywodu istotne jest wskazanie w tym miejscu trzech głównych technik wypełniania informacjami modeli mentalnych/map kognitywnych. Przede wszystkim mogą one być rezultatem badań ankietowych obejmujących decydentów. Może także to być rezultat analizy dokumentów oraz wynik agregacji informacji uzyskanych od ekspertów (zwłaszcza gdy celem jest rekonstrukcja ontologii istniejącego systemu). W pierwszym przypadku problemem jest fakt, że taka forma pozyskiwania wiedzy może zniekształcić rezultat badania, ponieważ sama ankieta lub sam kwestionariusz służące do zdobycia informacji mogą wpłynąć na sposób postrzegania badanej kwestii przez decydenta. W drugim przypadku ilościowa analiza dokumentów może w niewystarczającym stopniu odzwierciedlić powiązania między elementami – oficjalne teksty mogą np. celowo pomijać niektóre związki między zjawiskami/koncepcjami. Z kolei w przypadku agregowania opinii ekspertów efektem jest model mentalny/mapa kognitywna, która jednak nie musi korelować z wyobrażeniami decydenta o badanym problemie. Wszystkie te niedoskonałości sprawiają, że analityk w większości wypadków skazany jest na pracę z systemami wpisującymi się w model „szarej skrzynki”.

ROZMYTE MAPY KOGNITYWNE

RMK są narzędziem, które daje możliwość wykorzystania w praktyce znacznej części założeń teoretycznych podejścia systemowego oraz map mentalnych i kognitywnych, dodatkowo uzupełniając je o założenia logiki rozmytej. RMK traktują rzeczywistość

²⁹ R. Axelrod, *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*, Princeton, New Jersey 1976, s. 5, 11.

³⁰ R. Axelrod nie odrzucał stosowania wag do opisu relacji łączącej elementy, jednak uznał, że w analizie procesu decyzyjnego osoby podejmujące decyzje i tak myślą w bardzo ogólnych kategoriach niedających się łatwo sprowadzić do mierzalnych wartości. *Tamże*, s. 68-72.

jako zbiory oddziałujących na siebie elementów, oddziaływania te mogą przyjmować formy sprzężeń dodatnich i ujemnych (wzmacniających/katalizatorów i osłabiających/inhibitorów)³¹. Bart Kosko, twórca tej metody, definiuje RMK jako *struktury przyjmujące postać grafów reprezentujące rozmyte wnioskowanie przyczynowe*³².

W świecie społecznym ustalenie precyzyjnej wartości dla związku przyczynowego³³ łączącego elementy często jest niewykonalne, możliwa jest jednak aproksymacja. Dlatego kluczową cechą analiz prowadzonych za pomocą RMK jest fakt, iż do opisu relacji łączących elementy tworzące system wykorzystuje wartości rozmyte, to znaczy mieszczące się w przedziale od -1 do 1³⁴, co jest szczególnie przydatne w zakresie analizy dotyczącej złożonych zjawisk świata społecznego, daje bowiem możliwość na wykorzystanie wartościowania wyrażonego w języku naturalnym. Sam B. Kosko zwracał uwagę na dużą przydatność RMK w tych dziedzinach wiedzy, w których granice badanych systemów, jak i język je opisujący są rozmyte – *RMK są przydatne zwłaszcza w domenach miękkiej wiedzy (np. naukach politycznych, naukach o wojskowości, historii stosunków międzynarodowych, teoriach organizacji), gdzie zarówno koncepcje systemu jak również relacje i język metaopisu są z zasady rozmyte*³⁵. Przypisanie skalowalnych wartości liczbowych stwarza możliwość dookreślenia nieprecyzyjnego języka naturalnego, konieczne jest jednak ustalenie skali natężenia (wzmacniającego lub osłabiającego), które w sprzężeniu łączy elementy. W tym celu wartościom wyrażonym w języku naturalnym opisującym różny poziom siły oddziaływania przypisywane są wartości liczbowe mieszczące się w przedziałach od -1 do 1³⁶. Odpowiednia kalibracja umożliwia dopasowanie wartości mieszczących się w przedziałach liczbowych do konkretnych zmiennych wyrażonych w języku naturalnym, co pozwala zwiększyć precyzję prowadzonej analizy. Precyzję pomiaru można poprawić także poprzez procedurę triangulacji³⁷. Przy czym ważne jest zastrzeżenie, że o ile wartość może być rozmyta, to fakt istnienia związku i jego charakter (inhibitor, katalizator) już nie³⁸.

³¹ R. Bělohlávek, J.W. Dauben, G.J. Klir, *Fuzzy Logic and Mathematics...*, s. 392.

³² W oryginale: *fuzzy-graph structures for representing reasoning*. B. Kosko, *Fuzzy Cognitive Maps*, „International Journal of Man-Machine Studies” 1986, vol. 24, s. 65.

³³ Na temat związków przyczynowych w stosunkach międzynarodowych zob. R.N. Lebow, *Constructing Cause in International Relations*, Cambridge 2014.

³⁴ Lofti A. Zadeh był jednym z pierwszych badaczy, którzy postulowali odrzucenie arystotelesowskiej binarnej logiki i zastosowanie w jej miejsce do opisu niepewności zbiorów rozmytych, tzn. takich, których granice nie są dokładne. Zob. L.A. Zadeh, *Fuzzy Sets*, „Information and Control” 1965, vol. 8, s. 338-353.

³⁵ B. Kosko, *Fuzzy Cognitive Maps...*, s. 65.

³⁶ Przykład takiego przyporządkowania zostanie zaprezentowany w części omawiającej procedurę tworzenia RMK. Tu warto odnotować, że sprowadzanie trudno mierzalnych sądów wartościujących do mierzalnych wartości pogrupowanych w przedziały jest standardem stosowanym m.in. przez amerykańskie służby wywiadowcze w dokumentach analitycznych w celu wyrażenia poziomu (nie) pewności. Zob. *Analytical Standards*, Intelligence Community Directive 203, s. 2-3, [online] <https://www.dni.gov/files/documents/ICD/ICD%202023%20Analytic%20Standards.pdf>, 2 I 2015.

³⁷ K. Konecki, *Studia z metodologii badań jakościowych. Teoria ugruntowana*, Warszawa 2000, s. 85-97.

³⁸ L.A. Zadeh, *Fuzzy Systems Theory: A Framework for the Analysis of Humanistic Systems*, [w:] *Systems Methodology in Social Science Research. Frontiers in Systems Research (Implications for the Social Sciences)*, red. R. Cavallo, Dordrecht 1982, s. 28.

PROCEDURA TWORZENIA ROZMYTYCH MAP KOGNITYWNYCH. NIETECHNICZNE WPROWADZENIE

RMK są narzędziem i techniką prowadzenia analizy. W tym kontekście warto przywołać słowa Sevena Gray, Erina Zandre i Sefana Graya, którzy zwracają uwagę na fakt, że RMK, jak każda ludzka wiedza, nie są neutralne, ale stanowią projekcję wiedzy konkretnej badaczki/badacza lub ich grupy³⁹. Jako narzędzie są bardzo uniwersalne i nadają się do zastosowania w różnych kontekstach badawczych. W zależności od przedmiotu rozważań mogą jednak wymagać modyfikacji dostosowujących samo narzędzie do konkretnego celu analizy/badania. Modyfikacji może ulec też sam proces ich tworzenia, mogą bowiem być tworzone jako część składowa analizy pojedynczego badacza lub też stanowić element pracy grupy ekspertów lub nieekspertów (interesariuszy⁴⁰), wówczas do agregacji wielu opinii wykorzystana może być metoda delficka⁴¹. Pozytywną stroną tego faktu jest to, że wiedza może zostać wyartykułowana i poddana osądowi, wówczas RMK mogą być czymś więcej niż techniką analityczną i stać się narzędziem rozwiązywania społecznych problemów, pozwalając wszystkim interesariuszom na grupowe wyartykułowanie własnej interpretacji zachodzącego zjawiska. Między innymi z tego powodu RMK można określić nie tylko jako technikę analityczną, ale również jako procedurę potencjalnie poprawiającą zdolności poznawcze użytkowników (*cognitive enhancer*)⁴². W tym kontekście należy odnotować, iż wykorzystanie tej techniki analitycznej zachęca jej użytkowników do podjęcia refleksji nad własnym sposobem myślenia (metakognicji). Tym samym może być narzędziem służącym ujawnianiu ukrytej wiedzy (*tacit knowledge*), ponieważ uzupełnia proces analityczny o element wizualizacji informacji⁴³ oraz przez przypisywanie skalowalnych wartości liczbowych konkretnym elementom lub łączącym je relacjom⁴⁴.

Metoda tworzenia i analizy RMK składa się z pięciu etapów. Ponieważ celem tekstu jest zaprezentowanie RMK jako jednej z technik prowadzenia ustrukturyzowanej analizy, dlatego właśnie na tym ich wymiarze koncentruje się poniższy wywód, opisując kroki, jakie powinna obejmować procedura ich tworzenia. Już na samym wstępie należy odnotować, że ważne jest precyzyjne ustalenie horyzontu czasowego, w którym opisuje

³⁹ S.A. Gray, E. Zandre, S.R.J. Gray, *Fuzzy Cognitive Maps...*, s. 31.

⁴⁰ Gdy celem jest grupowe wyartykułowanie wiedzy w zakresie badanego zagadnienia w celu podjęcia kolektywnej decyzji. Zob. *tamże*.

⁴¹ Metoda delficka to usystematyzowana procedura tworzenia analiz i prognoz przez agregowanie opinii uzyskanych od wielu ekspertów (zob. A.M. Skulimowski, D. Kluz, *Wielorundowa analiza delficka jako narzędzie grupowego wspomagania decyzji*, [w:] *Analiza i wspomaganie decyzji w praktyce gospodarczej*, Katowice 2016).

⁴² Por. W. Chang i in., *Restructuring Structured...*

⁴³ Zob. K. Józwiak, S. Zwoliński, *Myślenie wizualne w biznesie. Ty też potrafisz rysować*, Warszawa 2016; K. Józwiak, *Myślenie wizualne 2.0. Skuteczna komunikacja*, Warszawa 2015.

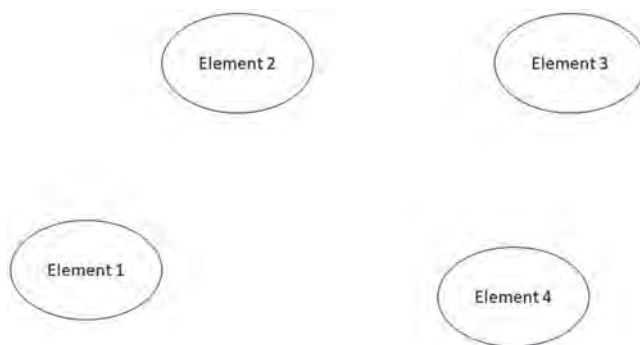
⁴⁴ Postulat taki w kontekście tworzenia prognoz podnosi również Philip E. Tetlock. P.E. Tetlock, *Superprognozowanie. Sztuka i nauka prognozowania*, przeł. M. Markiewicz, Warszawa 2017, s. 291-292.

się analizowany system, bowiem jeżeli (...) nie znamy w miarę dokładnie stanu początkowego bądź nie potrafimy ocenić parametrów na wejściach i wyjściach, to nie jesteśmy także w stanie przewidzieć zachowania się systemu⁴⁵.

Etap pierwszy to zmapowanie elementów istotnych w kontekście analizowanego zjawiska. W celu ustalenia listy istotnych elementów warto wykorzystać analizę PESTEL, narzędzie stosowane do audytu i obserwacji makrootoczenia organizacji, używane w zarządzaniu. Akronim PESTEL pochodzi od pierwszych liter wyrazów (w języku angielskim) oznaczających kategorie zjawisk o charakterze politycznym (*political*), gospodarczym (*economic*), społeczno-kulturowym (*social*), technologicznym (*technological*), ekologicznym (*ecological*) i prawnym (*legal*), które mogą być czynnikami istotnymi w kontekście analizowanego zagadnienia. Wynikiem pracy powinna być lista elementów (np. procesów, zjawisk, zdarzeń), które stanowią części składowe analizowanego zagadnienia/systemu.

Drugi etap to początek budowy mapy i wizualizacja poprzez przekształcenie listy zdefiniowanych wcześniej elementów w zbiór rozrzuconych na płaszczyźnie opisów każdego z elementów. Istnieją dwie strategie budowy mapy połączeń. Pierwsza (zade-monstrowana poniżej) polega na opisaniu połączeń pomiędzy poszczególnymi pojęciami w celu uchwycenia ich systemowej natury⁴⁶. Druga strategia polega na wybraniu jednego elementu jako centralnego (np. poziomu bezpieczeństwa Polski) i prześledzenia sprzężeń łączących analizowane zagadnienie z innymi zdefiniowanymi.

Rys. 1. Graficzne rozmieszczenie analizowanych elementów na płaszczyźnie



Źródło: opracowanie własne.

Trzeci etap to definiowanie i zaznaczanie sprzężeń pomiędzy elementami. Na tym etapie praca ogranicza się do warstwy graficznej, wykorzystuje się tu dwa, wspomniane już wcześniej, rodzaje sprzężeń: dodatnie i ujemne. W metodzie RMK sprzężenie

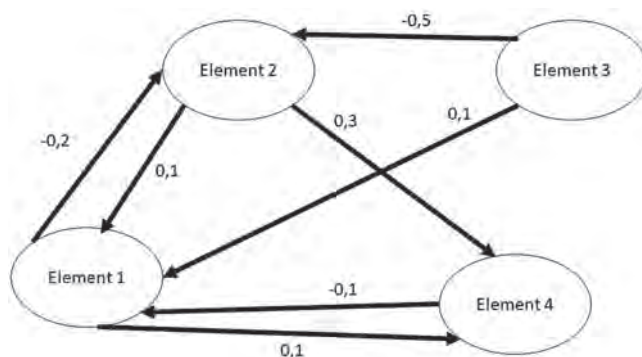
⁴⁵ D. Kondrakiewicz, *Między porządkiem a chaosem. Faza nierównowagi systemu międzynarodowego*, Lublin 2015, s. 35; D. Kondrakiewicz, *System międzynarodowy...*, s. 86.

⁴⁶ Takie podejście stosowane jest np. w raportach World Economic Forum Global Risks. Zob. *Reports*, [online] <https://www.weforum.org/reports>, 20 I 2021.

dodatnie to takie, w którym wzrost nasilenia/ilości pewnego elementu powoduje wzrost nasilenia/ilości drugiego elementu. Sprężenie ujemne to takie, w którym wzrost natężenia/ilości pewnego elementu powoduje spadek nasilenia/ilości drugiego elementu. Technicznie każde takie sprężenie oznacza się osobno za pomocą wektora posiadającego kierunek, zwrot oraz siłę oddziaływania mierzoną wartością w przedziale od -1 do 1. Jak już zasygnalizowano, zabiegiem, który ułatwia ustalenie odpowiedniej wagi, jest przypisanie konkretnych liczbowych wag określeniom pochodzącym z języka naturalnego oznaczających natężenie oddziaływania (np. oddziaływania wzmacniające: bardzo silne – powyżej 0,75; silne – pomiędzy 0,74 a 0,5; średnie – mieszczące się w przedziale od 0,49 od 0,25; słabe od 0,24 do 0,1; oddziaływania osłabiające: bardzo silne – poniżej -0,75; silne pomiędzy -0,74 a -0,5; średnie – mieszczące się w przedziale od -0,49 od -0,25; słabe od -0,24 do -0,1)⁴⁷.

Po zakończeniu tego etapu można sformułować wstępne wnioski na temat analizowanego zagadnienia.

Rys. 2. Graficzne połączenie elementów sprężeniami



Źródło: opracowanie własne.

Czwarty etap to uzupełnienie wcześniejszych ustaleń o analizę krzyżową sprężeń pomiędzy wszystkimi zdefiniowanymi uprzednio elementami. Narzędziem służącym do tego celu jest macierz zawierająca zestawienie w kolumnach, jak i w wierszach wskazanych uprzednio elementów oraz ocena łączących je sprężeń. Etap ten ma oprócz diagnostycznego również charakter kontrolny, ponieważ pozwala przemyśleć wcześniej przypisane wartości oraz uzupełnić zdefiniowane uprzednio sprężenia. Przy czym podkreślić należy, że powstający w ten sposób katalog uwzględnionych elementów, jak również łączących je relacji w znakomitej większości przypadków będzie odwzorowywać model systemu określony powyżej mianem „szarej skrzynki”.

⁴⁷ Zob. np.: L.A. Zadeh, *Fuzzy Systems Theory...*; P.P. Groumpos, *Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems*, [w:] *Fuzzy Cognitive Maps*, red. M. Glykas, Berlin 2010, s. 8-9.

Tab. 1. Analiza krzyżowa sprzężeń pomiędzy elementami

	Element 1	Element 2	Element 3	Element 4	Suma generowanych sprzężeń	Liczba generowanych sprzężeń
Element 1	X	-0,2	0	+0,1	-0,1	2
Element 2	+0,1	X	0	+0,3	+0,4	2
Element 3	+0,1	-0,5	X	0	-0,4	2
Element 4	-0,1	0	0	X	-0,1	1
Suma otrzymywanych sprzężeń	+0,2	-0,7	0	+0,4	X	
Liczba otrzymywanych sprzężeń	3	2	0	2	X	X

Źródło: opracowanie własne.

Etap piąty obejmuje analizę wyników, wyciągnięcie wniosków oraz stworzenie prognoz. W realizacji tych celów badaczka może wesprzeć poszukiwanie odpowiedzi na m.in. dziesięć poniższych pytań:

1. Które z elementów wpływają na system, same nie będąc wzmacniane, które z nich są tzw. driverami (element 3), czyli elementami napędzającymi cały system?
2. Które z elementów są najbardziej podatne na oddziaływanie, do których dociera najwięcej sprzężeń (element 1)?
3. Które z elementów są inhibitorami, czyli najsilniej hamują inne elementy (elementy 1, 3 i 4 to inhibitory – ujemna wartość sprzężeń, odpowiednio -0,1, -0,4 i -0,1; choć element 1 osłabia element 2 – -0,2, ale wzmacnia element 4, a element 3 wzmacnia element 1 – +0,1 i osłabia – -0,5 element 2)?
4. Które z elementów są katalizatorami, czyli najbardziej wzmacniają inne elementy (element 2 to katalizator – dodatnia wartość sprzężenia – +0,4)?
5. Które z elementów są wzmacniane przez inne elementy (elementy 1 i 4 są wzmacniane – suma otrzymywanych sprzężeń to odpowiednio – +0,2 i +0,4. Ponadto element 1 jest wzmacniany dwoma elementami i osłabiany jednym; element 4 jest wzmacniany dwoma elementami)?
6. Powyższemu pytaniu towarzyszy pytanie dotyczące prognozy przyszłego stanu systemu: Które z elementów są wzmacniane przez inne elementy i w związku z tym mogą stanowić części składowe systemu w przyszłości?
7. Które z elementów są osłabiane przez inne elementy (element 2 jest osłabiany przez dwa elementy – suma otrzymywanych sprzężeń ujemnych to -0,7)?
8. Kolejne pytanie dotyczące prognozy: Które z elementów są osłabiane przez inne elementy, a zatem które z elementów zanikną i nie będą stanowić części składowych systemu w przyszłości?

9. (W zależności od kontekstu badania) Na które elementy systemu wpływ ma analizowany podmiot, czy dysponuje zasobami wystarczającymi, by zmienić kształt analizowanego systemu?
10. Uzupełniające pytanie może dotyczyć złożoności analizowanego systemu, jej wyrazem jest gęstość powiązań w sieci wyrażonej ilorazem ilości sprzężeń i ilości elementów (dla omawianego systemu wartość ta wynosi 1,75).

Udzielenie odpowiedzi na powyższe pytania może pomóc analitykowi wyciągnąć wnioski, ale nie zastąpi krytycznego namysłu na badanym zagadnieniu. Oczywiście RMK to jedynie narzędzie, które może wesprzeć pracę analityczną, ale jej nie zastąpi. Jakość analizy uzależniona jest od informacji, które sam analityk będzie w stanie zgromadzić, oraz od sposobu wykorzystania wiedzy teoretycznej do interpretacji powstałego materiału.

ZAKOŃCZENIE

RMK mogą spełnić zasadniczo dwa cele. Ponieważ stanowią reprezentację ludzkiej wiedzy, mogą stanowić narzędzie służące do wyartykułowania i klaryfikacji koncepcji, jakie dany zbiór osób (ekspertów, polityków, interesariuszy) posiada na badany temat, mogą też stanowić narzędzie służące modelowaniu i analizie danego problemu, oferując przy tym możliwość uwzględnienia jego systemowego charakteru i w tej roli mogą pełnić funkcję metody/techniki ustrukturyzowanej analizy. Wydaje się to szczególnie przydatna funkcja, gdy weźmie się pod uwagę słowa autorów opracowania *Metodologia badań politologicznych*, które są równie aktualne w kontekście nauk o bezpieczeństwie: (...) *największe znaczenie mają (z punktu widzenia metodologii) dla nas jako badaczy te narzędzia badawcze, które wytwarzamy samodzielnie, projektujemy pod kątem określonego, konkretnego badania – często są one niepowtarzalne, mają duży udział pracy twórczej*⁴⁸. Metoda/technika RMK wpisuje się w powyższą uwagę, ponieważ nadaje się do wykorzystania w bardzo wielu obszarach badań z zakresu nauk społecznych, dając możliwość autorskiego dostosowania jej do konkretnej tematyki.

Należy w tym miejscu również odnotować fakt, że wykorzystanie systemów rozumnych spotkało się także z krytycznym odbiorem wśród badaczy z zakresu nauk społecznych, w tym zwłaszcza nauk o polityce. Głównym argumentem podnoszonym w polemice z RMK jest to, że metoda ta jest w dużej mierze narażona na wady podejść indukcyjnych (*data mining*) – bez uprzednio sprecyzowanej teorii, w której obrębie mają być wykorzystane, RMK dają wyniki, które są w dużej mierze determinowane sposobem pomiaru danych (korelacji)⁴⁹. Uwaga ta wydaje się ze wszech miar słuszna, jednak można ją konstruktywnie wykorzystać poprzez przyjęcie stanowiska, iż RMK są jedynie metodą, techniką analityczną, a nie stanowiskiem teoretycznym, które miałyby konkurować z innymi teoriami.

⁴⁸ R. Bäcker i in., *Metodologia badań politologicznych*, Warszawa 2016, s. 68.

⁴⁹ J.N. Mordeson, T.D. Clark, M.J. Wierman, *Applying Fuzzy Mathematics to Empirical Work in Political Science*, [w:] *Towards the Future of Fuzzy Logic*, Berlin 2015, s. 184.

Bart Kosko, współtwórca koncepcji RMK, i Julie A. Dickerson wskazują, że RMK stanowią poręczne narzędzie umożliwiające tworzenie wirtualnego świata relacji przyczynowych⁵⁰, mogą zatem być pomocnym narzędziem służącym do modelowania i zarazem testowania różnych scenariuszy rozwoju wypadków⁵¹. Tym samym RMK oferują naukowcom ze świata nauk społecznych narzędzie przydatne w procesie przeprowadzania symulacji, w tym testowania możliwych scenariuszy. W kontekście nauk o stosunkach międzynarodowych otwiera to pole do prowadzenia eksperymentów z zakresu myślenia kontrfaktycznego⁵².

Wydaje się, że RMK mogą z powodzeniem stanowić narzędzie służące do modelowania, konceptualizacji i aplikacji danej teorii do konkretnego przypadku. Wówczas filtrem poznawczym odpowiedzialnym za dobór pojęć i wskazanie sprzężeń byłaby ontologia i epistemologia danego podejścia teoretycznego, RMK stanowiłaby wówczas jedynie symulację działania danej teorii w praktyce. Stałym wymogiem wobec użytkowników wykorzystujących technikę RMK jest bowiem osadzenie procesu analitycznego w kontekście teoretycznym, specyficznym dla podjętej tematyki. Prezentowana w artykule technika RMK ma charakter komplementarny wobec ugruntowanych już paradygmatów i podejść do prowadzenia analizy w dziedzinie nauk społecznych (politologia, stosunki międzynarodowe, nauka o bezpieczeństwie). Jej wykorzystanie może wesprzeć proces analityczny, jednak jego jakość uzależniona będzie od jakości wykorzystanych w tym procesie informacji. RMK jest tylko narzędziem, które nie zastąpi pracy analityka/badacza, może natomiast ją korzystnie uzupełnić.

BIBLIOGRAFIA

- Analytical Standards*, Intelligence Community Directive 203, [online] <https://www.dni.gov/files/documents/ICD/ICD%20203%20Analytic%20Standards.pdf>.
- Axelrod R., *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*, Princeton, New Jersey 1976.
- Bäcker R., Czechowska L., Gadomska G. i in., *Metodologia badań politologicznych*, Warszawa 2016.
- Bělohávek R., Dauben J.W., Klir G.J., *Fuzzy Logic and Mathematics: A Historical Perspective*, Oxford 2017, <https://doi.org/10.1093/oso/9780190200015.001.0001>.
- Buzzan T., Buzzan B., *Mapy Twoich myśli. Mindmapping, czyli notowanie interaktywne*, przeł. D. Rossowski, Łódź 2003.
- Chang W., Berdini E., Mandel D.R., Tetlock P.E., *Restructuring Structured Analytic Techniques in Intelligence*, „Intelligence and National Security” 2018, vol. 33, no. 3, s. 337-356, <https://doi.org/10.1080/02684527.2017.1400230>.

⁵⁰ J.A. Dickerson, B. Kosko, *Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps*, „Presence” 1994, vol. 3, no. 2, s. 173-190.

⁵¹ P.J. Giabbanelli, S. Gray, P. Aminpour, *Combining Fuzzy Cognitive Maps with Agent-based Modeling: Frameworks and Pitfalls of a Powerful Hybrid Modeling Approach to Understand Human-Environment Interactions*, „Environmental Modelling & Software” 2017, vol. 95, s. 320-325.

⁵² Zob. J.S. Nye Jr., *Konflikty międzynarodowe. Wprowadzenie do teorii historii*, przeł. M. Madej, Warszawa 2009, s. 87-92.

- Chmielewska-Banaszak D., *Teorie i idee konstruktywistyczne w psychologii*, „Principia” 2012, vol. 56, s. 45, [online] http://zbc.uz.zgora.pl/Content/27705/PDF/teorie_i_idee.pdf, 20 I 2021.
- Dickerson J.A., Kosko B., *Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps*, „Presence” 1994, vol. 3, no. 2, s. 173-190.
- Donaj Ł., *Teoria szarych systemów a prognozowanie w naukach społecznych. Przyczynek do dyskusji*, „Przegląd Strategiczny” 2017, nr 10, s. 43-52, <https://doi.org/10.14746/ps.2017.1.3>.
- Drygiel-Bielińska M., *Podejście systemowe w badaniach nad bezpieczeństwem*, „Desecuritate” 2015, nr 2(1), s. 6-18.
- Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications*, red. M. Glykas, Berlin 2010.
- Giabbanelli P.J., *Modelling the Spatial and Social Dynamics of Insurgency*, „Security Informatics” 2014, vol. 3, no. 1, s. 1-15, <https://doi.org/10.1186/2190-8532-3-2>.
- Giabbanelli P.J., Gray S., Aminpour P., *Combining Fuzzy Cognitive Maps with Agent-based Modeling: Frameworks and Pitfalls of a Powerful Hybrid Modeling Approach to Understand Human-Environment Interactions*, „Environmental Modelling & Software” 2017, vol. 95, s. 320-325, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.040>.
- Gierszewski J., *Model bezpieczeństwa społecznego na tle teorii systemów*, „Colloquium Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych” 2013, nr 2, s. 65-80.
- Gray S., Chanb A., Clarkb D., Jordanb R., *Modeling the Integration of Stakeholder Knowledge in Social-Ecological Decision-Making: Benefits and Limitations to Knowledge Diversity*, „Ecological Modelling” 2012, no. 229, s. 88-96.
- Gray S.A., Zandre E., Gray S.R.J., *Fuzzy Cognitive Maps as Representations of Mental Models and Group Beliefs*, [w:] *Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Extensions and Learning Algorithms*, red. E. Papageorgiou, Berlin 2014, https://doi.org/10.1007/978-3-642-39739-4_2.
- Groumpos P.P., *Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems*, [w:] *Fuzzy Cognitive Maps*, red. M. Glykas, Berlin 2010, https://doi.org/10.1007/978-3-642-03220-2_1.
- Henly-Shepard S., Gray S.A., Cox L.J., *The Use of Participatory Modeling to Promote Social Learning and Facilitate Community Disaster Planning*, „Environmental Science & Policy” 2015, no. 45, s. 109-122, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.004>.
- Heuer Jr. R.J., *Adapting Academic Methods and Models to Governmental Needs: The CIA Experience*, „Military Issues Research Memos” 1978, s. 1-12, [online] <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA065258.pdf>.
- Heuer Jr. R.J., Peterson R.H., *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis*, 2nd ed., Washington 2015.
- Jóźwiak K., *Myślenie wizualne 2.0. Skuteczna komunikacja*, Warszawa 2015.
- Jóźwiak K., Zwoliński S., *Myślenie wizualne w biznesie. Ty też potrafisz rysować*, Warszawa 2016.
- Kahneman D., *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*, przeł. P. Szymczak, Poznań 2012.
- Kasianiuk K., *Podejście systemowe jako metoda analizy instytucjonalnej. Uwagi wstępne*, 2016, s. 1-22, [online] <https://www.researchgate.net/publication/311678560>.
- Klir G.K., Yuan B., *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*, New Jersey 1995.

- Kondrakiewicz D., *Między porządkiem a chaosem. Faza nierównowagi systemu międzynarodowego*, Lublin 2015.
- Kondrakiewicz D., *System międzynarodowy jako kategoria w nauce o stosunkach międzynarodowych*, „Teki Komisji Politologii i Stosunków Międzynarodowych” 2016, vol. 11, cz. 3, s. 75-94.
- Konecki K., *Studia z metodologii badań jakościowych. Teoria ugruntowana*, Warszawa 2000.
- Kosko B., *Fuzzy Cognitive Maps*, „International Journal of Man-Machine Studies” 1986, vol. 24, s. 65-75, [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(86\)80040-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(86)80040-2).
- Lebow R.N., *Constructing Cause in International Relations*, Cambridge 2014.
- Mazur M., *Cybernetyka i charaktery*, Warszawa 1976.
- Mental Maps in the Early Cold War Era, 1945-68*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2011.
- Mental Maps in the Era of Détente and the End of the Cold War 1968-91*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2015.
- Mental Maps in the Era of Two World Wars*, red. S. Casey, W. Jonathan, Basingstoke 2008.
- Mickiewicz P., *System bezpieczeństwa narodowego. W rozwiązaniach systemowych wybranych państw*, Warszawa 2018.
- Mordeson J.N., Clark T.D., Wierman M.J., *Applying Fuzzy Mathematics to Empirical Work in Political Science*, [w:] *Towards the Future of Fuzzy Logic*, Berlin 2015.
- Nápoles G., Grau I., Bello R., Grau R., *Two Steps Learning of Fuzzy Cognitive Maps for Prediction and Knowledge Discovery on the HIV-1 Drug Resistance*, „Expert Systems with Applications” 2014, vol. 41, s. 821-830, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.012>.
- Nyaki A., Gray S.A., Lepczyk C.A., Skibins J.C., Rentsch D., *Local-Scale Dynamics and Local Drivers of Bushmeat Trade*, „Conservation Biology”, vol. 28, no. 5, s. 1403-1414.
- Nye Jr. J.S., *Konflikty międzynarodowe. Wprowadzenie do teorii historii*, przeł. M. Madej, Warszawa 2009.
- Osoba O.A., Kosko B., *Fuzzy Cognitive Maps of Public Support for Insurgency and Terrorism*, „Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology” 2017, vol. 14, no. 1, s. 17-32, <https://doi.org/10.1177/1548512916680779>.
- Papageorgiou K., Singh P.K., Papageorgiou E., Chudasama H., Bochtis D., Stamoulis G., *Fuzzy Cognitive Map-Based Sustainable Socio-Economic Development Planning for Rural Communities*, „Sustainability” 2020, vol. 12, no. 1, s. 1-31.
- Pawłuszko T., *System międzynarodowy w polskiej nauce o stosunkach międzynarodowych*, „Rocznik Politologiczny” 2014, nr 10, s. 7-28.
- Ragin Ch.C., *Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond*, Chicago–New York 2008, <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226702797.001.0001>.
- Reports*, [online] <https://www.weforum.org/reports>.
- Richards Jr. H.J., Peterson R.H., *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis*, 2nd ed., Washington 2015.
- Sanjian G.S., *Arms Transfers, Military Balances, and Interstate Relations: Modeling Power Balance versus Power Transition Linkages*, „The Journal of Conflict Resolution” 2003, vol. 47, no. 6, s. 711-727, <https://doi.org/10.1177/0022002703258801>.
- Sanjian G.S., *Fuzzy Set Theory and U.S. Arms Transfers: Modeling the Decision-Making Process*, „American Journal of Political Science” 1988, vol. 32, no. 4, s. 1018-1046, <https://doi.org/10.2307/2111199>.

- Sienkiewicz P., *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Warszawa 1994.
- Skiba M., *Wykorzystanie rozmytych map kognitywnych FCM jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji w planowaniu przestrzennym*, „Teka Komisji Urbanistyki i Architektury” 2018, t. 46, s. 557-564.
- Skulimowski A.M., Kluz D., *Wielorundowa analiza delficka jako narzędzie grupowego wspomagania decyzji*, [w:] *Analiza i wspomaganie decyzji w praktyce gospodarczej*, Katowice 2016.
- Spitzer M., *Jak uczy się mózg*, przeł. M. Guzowska-Dąbrowska, Warszawa 2011.
- Sykulski L., *Rozmyte mapy kognitywne – wprowadzenie | Odc. 89 – dr Leszek Sykulski*, [online] https://www.youtube.com/watch?v=wDDno5oey8o&feature=emb_title.
- Świeboda H., *Prognozowanie zagrożeń bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2017.
- Tetlock P.E., *Superprognozowanie. Sztuka i nauka prognozowania*, przeł. M. Markiewicz, Warszawa 2017.
- Tsadiras A.K., Kouskouvelis I., Margaritis L.G., *Fuzzy Cognitive Maps as a Decision Support System for Political Decisions: The case of „Great Albania”*, Conference: Proceedings of the 5th Hellenic-European Conference on Computer Mathematics and its Applications (HERC-MA-01), Athens, Hellas, 20-22 IX 2001, [online] https://www.researchgate.net/publication/221157040_Fuzzy_cognitive_map_as_a_decision_support_system_for_political_decisions_The_case_of_Great_Albania.
- Zadeh L.A., *Fuzzy Sets*, „Information and Control” 1965, vol. 8, s. 338-353, [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
- Zadeh L.A., *Fuzzy Systems Theory: A Framework for the Analysis of Humanistic Systems*, [w:] *Systems Methodology in Social Science Research: Frontiers in Systems Research (Implications for the social sciences)*, red. R. Cavallo, Dordrecht 1982, https://doi.org/10.1007/978-94-017-3204-8_3.

Błażej SAJDUK – adiunkt w Katedrze Bezpieczeństwa Narodowego UJ. Uczestnik licznych kursów z zakresu zarządzania i biznesu (m.in. w: Zeppelin Universität, Ivey Business School) i szkoleń poświęconych militarnym aspektom wykorzystania nowoczesnych technologii (m.in. prowadzonych przez Joint Special Operations University). Zainteresowania badawcze: wymiary etyczny i społeczny wykorzystania najnowszych technologii, analiza polityczna oraz filozofia polityki. Autor monografii oraz kilkunastu opracowań, artykułów naukowych i popularnonaukowych z zakresu współczesnej politologii i stosunków międzynarodowych oraz dydaktyki akademickiej i polskiej myśli politycznej. Opublikował m.in. jako współautor (z Rafałem Matyją): *Wybory 2014-2015 a przemiany elit politycznych Trzeciej Rzeczypospolitej* (2017); e-książkę: *Nowoczesna dydaktyka akademicka. Kto kogo uczy?* <http://dydaktyka-akademicka.pl/> (2014); *Socjologię tłumy, psychologię narodów i historiozofię w myśli społeczno-politycznej Jana Karola Kochanowskiego* (2011).