

Prof. dr hab. inż. Jan Węglarz, członek rzeczywisty PAN
Doktor honorowy Uniwersytetu Zielonogórskiego

JAK POWSTAŁY BADANIA OPERACYJNE

Zastanawiając się nad tematem tego wystąpienia, przypomniałem sobie tytuł wykładu („Jak powstawała analiza funkcjonalna”), który w podobnej sytuacji, w 2007 r., wygłosił prof. Julian Musielak, promotor mojej pracy magisterskiej na UAM. Tytuł ten pomógł mi pokonać pierwszą obiekcję: czy można mówić o powstawaniu czegoś, nie będąc tego, od początku, świadkiem? Obiekcję drugą – czy już czas, na mówienie o historii – pomogło mi pokonać uświadomienie sobie, że pracę magisterską z matematyki broniłem w maju 1969 r.

Zacznijmy od terminu „badania operacyjne”, będącego odpowiednikiem angielskiego „operational research” i amerykańskiego „operations research”. Co do dokładnej daty jego pojawienia się, nie mam pewności. Saul I. Gass w swym opracowaniu „Operations Research Timeline”, przygotowanym z okazji konferencji INFORMS w San Jose w 2002 r., kiedy obchodzono 50-lecie powstania ORSA (Operations Research Society of America), podał rok 1936, ale bez udokumentowania. Podobnie nie dokumentuje podanej przez siebie daty 1938 r. Sir Charles Goodeve, założyciel Operational Research Club w Londynie (1948), który pięć lat później przekształcił się w Operational Research Society. Pewne jest natomiast miejsce – Wielka Brytania – i kontekst, którym były zastosowania militarne związane z II wojną światową. Pewne jest również to, że decydujące znaczenie dla wyodrębnienia się tej nowej dyscypliny wiedzy miała działalność zespołu w ramach U.K. Naval Operational Research, nazwanego później „cyrkiem Blacketta”, od nazwiska Patricka Maynarda Blacketta (1897-1974), laureata Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki w 1948 r., który pełnił w nim czołową rolę, obok m.in. Owena Wansbrough-Jonesa i Franka Yatesa. Sukcesy tego zespołu, dotyczące m.in. organizacji konwojów morskich i obrony powietrznej, doprowadziły do spostrzeżenia, że zastosowany przezeń sposób podejścia ma charakter znacznie ogólniejszy. I choć prawie równocześnie powstały podobne zespoły w armii amerykańskiej (U.S. Navy Antisubmarine Warfare Operations Research Group oraz U.S. Air Force Operations Research), to Brytyjczycy zazdrośnie bronią swego pierwszeństwa, zwłaszcza że dziś ma ono już wyłącznie charakter historyczny.

Zapytajmy zatem, co to są badania operacyjne jako dyscyplina wiedzy? Zacznijmy od tego, że nie da się tego określić precyzyjnie, choć można to zrobić

w odniesieniu do niektórych działów, takich jak np. deterministyczna czy probabilistyczna teoria szeregowania zadań. Pozostają zatem definicje opisowe, które jednak mają tę wadę, że podają tylko pewne cechy, niezwiązane wyłącznie z badaniami operacyjnymi. Churchman, Ackoff i Arnoff w [1] piszą, że „badania operacyjne to budowanie modeli, a ściślej mówiąc, modeli użytecznych. Mogą to być modele dowolnego rodzaju i dowolnie złożone. Użyteczne będą wówczas, gdy ich zachowanie się będzie analogiczne do zachowania się systemu rzeczywistego w takim stopniu, iż będzie można przewidywać zachowanie się tego systemu i zmieniać je w pożądaną sposób”. Ackoff i Sasieni [2] ujmują to samo krócej: „Celem badań operacyjnych jest opracowanie systematycznego i racjonalnego podejścia do rozwiązywania głównych zadań sterowania systemami”. Oczywiście, sterowanie czy zmiana zachowania się systemu w pożądaną sposób, wymaga wypracowania decyzji, dlatego mówi się też, że badania operacyjne to zastosowanie metod naukowych dla wspomaganie decyzji.

Powyższe (i im podobne) określenia badań operacyjnych wskazują, po pierwsze, na ich charakter utylitarny: chodzi ostatecznie o skuteczne sterowanie systemem rzeczywistym, a po drugie na to, że w tym celu stosuje się podejście naukowe, wykorzystujące dowolne modele tego systemu. Nie precyzują one jednak, o jakie systemy chodzi, a zatem dotyczą w równym stopniu jakiegokolwiek tzw. nauki systemowej, badającej specyficzną dla niej klasę systemów, które są fragmentami rzeczywistości i/lub ich modelami. Do takich nauk należą m.in. automatyka, biocybernetyka, czy, w pewnym sensie, informatyka, jako nauka zajmująca się systemami komputerowymi. Żeby zatem zakres badań operacyjnych nie obejmował wszystkich nauk systemowych czy nauk o sterowaniu, należy zadać pytanie o klasę systemów specyficznych dla badań operacyjnych. Krok w tym kierunku znajdujemy w statucie Operational Research Society, w którym czytamy, że „badania operacyjne to zastosowanie metod nauki do złożonych problemów powstających w kierowaniu i zarządzaniu złożonymi systemami ludzi, maszyn, materiałów i pieniędzy w przemyśle, biznesie, administracji i obronie”. Wynika z tego, że systemy specyficzne dla badań operacyjnych to systemy, w których sterowanie polega na przydzielaniu zasobów operacjom (czynnościom, zadaniom), które się o nie współubiegają.

Powiązania pomiędzy operacjami mają natomiast charakter szeroko rozumianych ograniczeń kolejnościowych, niekoniecznie o charakterze deterministycznym.

Są to zatem powiązania zasadniczo różne, np. od powiązań wejściowo-wyjściowych, występujących pomiędzy podsystemami systemów badanych w klasycznej teorii automatycznego sterowania. Jednocześnie powiązania te są typowe np. dla operacji obliczeniowych (programów i/lub ich części) wykonywanych przez systemy

komputerowe. System operacyjny komputera (zbieżność nazwy w języku polskim przypadkowa – ang. *operating system* – ale trafnie ukazująca głęboki związek) to nic innego jak zbiór procedur do zarządzania zasobami tego systemu, wśród których są procesory, pamięci czy urządzenia wejścia – wyjścia.

Należy podkreślić, że powyższe widzenie zakresu badań operacyjnych stanowi oczywiście znaczne zawężenie w stosunku do maksymalistycznego postrzegania tego zakresu. W tym ostatnim włącza się ponadto do badań operacyjnych wykorzystywane w nich metody nauk podstawowych, zwłaszcza matematyki i nauk decyzyjnych, w tym szeroki wachlarz metod optymalizacyjnych czy teorię systemów masowej obsługi (teorię kolejek). Jest to o tyle nieuprawnione (jeśli traktujemy badania operacyjne jako naukę systemową), że metody te mogą być wykorzystywane przez różne nauki systemowe, choć z drugiej strony trzeba przyznać, że rozwój wielu z tych metod był inspirowany przez problemy, które dziś zaliczamy do (systemowo rozumianych) badań operacyjnych. Wymieńmy przykładowo programowanie liniowe (choć jeszcze nie w sensie algorytmu simpleksów), po raz pierwszy zastosowane w latach 30. XX w. przez Leonida V. Kantorowicza m.in. do rozdziału przepływów transportowych [3], czy teorię kolejek, zapoczątkowaną przez Agnera K. Erlanga w związku z modelowaniem pracy centrali telefonicznej [4, 5]. Biorąc zatem pod uwagę wykorzystywane metody czy, szerzej, stosowanie metod naukowych dla wspomagania decyzji, prekursorów badań operacyjnych można wskazać w znacznie odleglejszej historii. Niektórzy nawet cofają się do Arystotelesa (IV w. przed Chrystusem), który opisywał „preferencje” jako „racjonalne pragnienia”. Większość jednak zaczyna od Thomasa Bayesa, którego wzór na prawdopodobieństwa a posteriori ma głęboką interpretację decyzyjną, czy od Charlesa Babbage’a, którego badania kosztu transportu i sortowania poczty doprowadziły w 1840 r. do powstania słynnej angielskiej „Penny Post”.

Przechodząc do czasów współczesnych, trzeba podkreślić, że wielu laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii (ściślej: Nagrody Centralnego Banku Szwecji w Dziedzinie Ekonomii im. Alfreda Nobla, ustanowionej w 1968 r.) to osoby ściśle związane z badaniami operacyjnymi i naukami decyzyjnymi. Wymienić tu należy takich uczonych, jak: Kenneth Arrow (1972), Wassily Leontieff (1973), wspomniany już Leonid V. Kantorowicz i Tjalling C. Koopmans (1975), Herbert A. Simon (1978), Maurice Allais (1988), Harry M. Markowitz (1990), John C. Harsanyi i John F. Nash (1994), Amartya Sen (1998), Daniel Kaneman (2002), Robert J. Aumann i Thomas C. Schelling (2005), czy Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin i Roger B. Myerson (2007). Należy przy tym nadmienić, że byli laureaci niebudzący kontrowersji.

Na zakończenie naszkicujmy historię początków badań operacyjnych w aspekcie związanych z nimi towarzystw i organizacji zawodowych. Pierwszeństwo znowu należy się Brytyjczykom i wspomnianemu już Operational Research Club (1948), choć niekoniecznie zgadzają się z tym Amerykanie, uważając, że formalnym towarzystwem było dopiero Operational Research Society, w które przekształcił się ten klub w 1953 r., a zatem rok po powstaniu Operations Research Society of America (ORSA, 1952), które w 1995 r. przekształciło się w INFORMS, włączając TIMS (The Institute of Management Science) powstały w 1953 r.

Jeśli chodzi o organizacje międzynarodowe, to pierwsza z nich, IFORS (International Federation of Operational Research Societies), powstała formalnie w styczniu 1959 r., choć jej pierwsza konferencja odbyła się w Oxfordzie już w roku 1957. Można zatem powiedzieć, że powstała ona w tym samym czasie co „siostrzany” IFAC (International Federation of Automatic Control) i trochę wcześniej od najmłodszej siostry, IFIP (International Federation of Information Processing, 1960 r.). Warto podkreślić, że między tymi federacjami, które zajmują się nachodzącymi na siebie obszarami nauk systemowych, istnieje owocna współpraca, przejawiająca się m.in. w organizowaniu licznych wspólnych konferencji naukowych. W ramach IFORS-u działają cztery grupy regionalne, a mianowicie: EURO, ALIO (Association of Latin American OR Societies, od 1982), APORS (Association of Asian Pacific OR Societies, od 1985) oraz NORAM (Association of North American OR Societies – USA i Kanada, od 1987).

Najstarszą i największą w sensie liczby objętych nią towarzystw, a także najważniejszą z punktu widzenia aktywności, jest EURO, czyli Asocjacja Europejskich Towarzystw Badań Operacyjnych.

Idea powołania europejskiej asocjacji powstała podczas 6. Konferencji IFORS w Dublinie, w 1972 r. W ślad za tym, na zaproszenie Hansa Jiirgena Zimmermanna, prezydenta Niemieckiego Towarzystwa Badań Operacyjnych, reprezentanci jedenastu europejskich towarzystw spotkali się w Dusseldorfie 3 września 1973 r. i podjęli decyzję o instytucjonalizacji swej współpracy. Na kolejnym spotkaniu w Amsterdamie (3-4 maja 1974 r.) ustalono ramy porozumienia i zdecydowano, że zostaną one przedstawione szerokiemu gremium badaczy operacyjnych podczas Pierwszej Europejskiej Konferencji Badań Operacyjnych, która odbędzie się w Brukseli w styczniu 1975 r. Za datę powstania EURO przyjmuje się dzień 29 stycznia 1975 r., kiedy to przyjęto roboczą wersję statutu, choć jego formalne zatwierdzenie nastąpiło 5 marca 1976 r. Aktualnie EURO obejmuje 29 towarzystw narodowych (w tym Turcję i Izrael), skupiających kilkanaście tysięcy członków-naukowców i praktykantów, działających w 27 grupach roboczych. Organizuje liczne specjalistyczne konferencje, w tym dwa razy na trzy lata (co trzy lata odby-

wa się Kongres IFORS) EURO Conference, wydaje EJOR (European Journal of Operational Research), aktualnie główne światowe czasopismo naukowe w zakresie badań operacyjnych, a także przyznaje podczas kolejnych Konferencji, począwszy od 1985 r., EURO Gold Medal, swe najwyższe wyróżnienie naukowe.

A jak sprawy organizacyjne wyglądały w Polsce? Otóż od 1976 r. koncentrowały się one w Grupie Roboczej Badań Operacyjnych, która powstała przy Oddziale Okręgowym Polskiego Towarzystwa Cybernetycznego w Poznaniu. Dzięki jej aktywności Polska została przyjęta do EURO, jako członek stowarzyszony, podczas konferencji w Lozannie w 1982 r. Tu trzeba wyjaśnić, że pełne członkostwo EURO wymaga członkostwa w IFORS, co kolei wiąże się ze składką, na której uiszczenie wymagana była wówczas zgoda ministra spraw zagranicznych. Członek stowarzyszony nie miał formalnie prawa głosu, ale miał pełny dostęp do informacji i w pełni uczestniczył w życiu naukowym, na czym nam głównie zależało. Statut członka stowarzyszonego nie mógł być jednak przedłużany w nieskończoność, dlatego w 1985 r. podjęliśmy próbę uzyskania wspomnianej zgody. W międzyczasie, w 1986 r., powstało w Warszawie Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych. Oba towarzystwa połączyły swe siły, powołując Asocjację Polskich Towarzystw Badań Operacyjnych i Systemowych (ASPORS), która wystąpiła o członkostwo w IFORS. W ten sposób Polska, jako pierwsze państwo z byłego już na szczęście bloku sowieckiego, została przyjęta do IFORS podczas kongresu w Atenach w 1990 r., i w ślad za tym uzyskała statut „pełnego” członka EURO w 1991 r.

Powyższe fakty niewątpliwie ułatwiły polskiemu środowisku badań operacyjnych kontakt ze światem i godną reprezentację w gremiach decydujących o rozwoju tej metadyscypliny w Europie i na świecie.

Bibliografia

1. C.W. Churchman, L. Ackoff, E.L. Arnoff: *Introduction to Operations Research*, Wiley and Sons, New York 1957.
2. L. Ackoff, M. Sasieni: *Fundamentals of Operations Research*, Wiley and Sons, New York 1968.
3. L.V. Kantorovich: *The Mathematical Method of Production Planning and Organization*, Leningrad University Press, 1939.
4. A.K. Erlang: The Theory of Probabilities and Telephone Conversations, *Nyt Tidsskrift Mathematic*, no. B20, 33-39, 1909.
5. A.K. Erlang: Solutions of Some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges, *Electrotekniker*, no. 13, 5-13, 1917.