



Tytuł opracowania: **Miary strukturalne sieci międzyorganizacyjnych – implikacje dla sektora kosmicznego**

Autor ekspertyzy: dr hab. Joanna Cygler

Opracowanie wykonane na zlecenie: Polska Agencja Kosmiczna

Rok opracowania: 2025

## **Spis treści**

Streszczenie wykonawcze .....	3
Wprowadzenie .....	4
Cel ekspertyzy.....	5
Miary strukturalne sieci międzyorganizacyjnych .....	6
Gęstość sieci.....	6
Centralność w sieci.....	8
Siła powiązań.....	9
Wnioski - implikacje dla sektora kosmicznego .....	12
Bibliografia .....	14

## Streszczenie wykonawcze

Sektor kosmiczny należy do niezwykle złożonych sektorów, co wynika z szerokiego spektrum prac B+R, wątków technologicznych, podatności na globalizację oraz z występowania symptomów hiperkonkurencji. Wysokie koszty funkcjonowania i wyścig technologiczny spowodowały konieczność zintensyfikowania działań kooperacyjnych podmiotów w ramach ekosystemu innowacji w kosmosie. Coraz częściej wskazuje się na usieciowienie sektorów zaawansowanych technologicznie i podatnych na globalizację, których doskonałym przykładem jest sektor kosmiczny.

Celem ekspertyzy jest prezentacja i interpretacja głównych miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych w kontekście innowacyjności i rozwoju technologii. Analizie poddano trzy główne miary: gęstość sieci, centralność aktorów w sieci oraz siła powiązań między aktorami sieci. Również uwzględniono dodatkowe miary (autonomia strukturalna, zasięg, dziury strukturalne), które miały charakter pomocniczy w analizie. Analiza miary gęstości sieci wykazała silne związki między mnogością bezpośrednich powiązań w sieci, a innowacyjnością podmiotów sieci. Natomiast na poziom centralności przedsiębiorstwa mają wpływ trzy miary składowe: poziom, bliskość i pośredkowość. W analizie tych miar wykazano pozytywną zależność między centralnością aktora w sieci a jego innowacyjnością, dostępem do informacji, wiedzy i technologii. W tworzeniu innowacyjnych technologii istotna jest również siła powiązań. Bezpośrednie i silne powiązania ułatwiają przepływ wiedzy, technologii i informacji. Jednocześnie słabe powiązania sprzyjają kreatywności, ale są bardziej konfliktogenne.

Analiza głównych miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych pozwoliła na wypracowanie wniosków i rekomendacji dla sektora kosmicznego oraz dla Polskiej Agencji Kosmicznej. Istnieje silny związek między rozwojem technologicznym organizacji a ich kompetencjami współpracy i relacjami sieciowymi, tworzącymi ekosystem innowacji w sektorze kosmicznym. Analiza miar strukturalnych w sieciach międzyorganizacyjnych dowiodła, że o innowacyjności przedsiębiorstw decyduje charakterystyka sieci oraz pozycja aktorów w sieci. Zasadne jest również, żeby Polska Agencja Kosmiczna uwzględniła analizę gęstości sieci powiązań międzyorganizacyjnych, centralność w sieci oraz siłę powiązań między aktorami w sektorze kosmicznym. Dlatego rekomenduje się opracowanie metodyki analizy sektora kosmicznego z uwzględnieniem miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych. Wykorzystanie przez POLSA instrumentów podejścia sieciowego może stać się stymulatorem zachowania kooperacyjnych członków ekosystemu innowacji w sektorze kosmicznym. W efekcie zwiększona zostanie innowacyjność sieci i poszczególnych jej podmiotów.

## Wprowadzenie

Sektor kosmiczny należy do sektorów o wysokiej złożoności technologicznej oraz strukturalnej. Złożoność ta wynika zarówno z charakteru stosowanych i rozwijanych technologii (wysoki wskaźnik spill-over, niskie TRL, wysokie koszty B+R, konieczność współpracy wielostronnej i interdyscyplinarnej), jak i zakresu działania sektora (geograficznego, branżowego, typów zaangażowanych podmiotów). Sektory charakteryzujące się wysoką podatnością na globalizację, zaawansowaniem technologicznym oraz symptomami hiperkonkurencji wymuszają konieczność tworzenia związków kooperacyjnych między aktorami<sup>1</sup>. Związki te mają charakter bilateralny oraz sieciowy. Coraz częściej sektory złożone i innowacyjne charakteryzują się występowaniem powiązań sieciowych. Dlatego też sektor kosmiczny cechuje się znacznym usieciowieniem.

Problem sieciowości sektorów należy do obszarów badawczych na świecie, które nie są w pełni zbadane i opisane. Najczęściej są to badania wycinkowe, które zaledwie identyfikują sieci w sektorach lub też wskazują na okoliczności, które sprzyjają tworzeniu sieci międzyorganizacyjnych. Natomiast niewielki jest zakres badań, które wskazałyby na konieczność badania miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych w celu poznania specyfiki sektorów zaawansowanych technologicznie, którym niewątpliwie jest sektor kosmiczny.

Warto również zaznaczyć, że sieci międzyorganizacyjne nie ograniczają się do funkcjonowania w poszczególnych sektorach. Ich zakres często obejmuje wiele sektorów, których współczynnik pokrewieństwa może być zróżnicowany<sup>2</sup>. Szczególnie tak się dzieje w przypadku sektorów o znacznej złożoności technologicznej i szerokim spektrum zastosowania tych rozwiązań, konieczności alokowania wysokich nakładów na B+R i podatności na globalizację. Wszystkie powyższe cechy spełnia sektor kosmiczny.

Uwzględnienie sieciowości sektora w analizie sektora kosmicznego jest o tyle istotne, że wskazuje na jego złożoność definicyjną i strukturalną. Jednocześnie istnieje możliwość analizy strukturalnego potencjału innowacyjnego sektora. Dlatego wydaje się zasadne uwzględnienie miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych w badaniu sektora kosmicznego. Należy również podkreślić, że dotychczasowe instrumenty analityczne, wykorzystywane w próbach zbadania specyfiki i atrakcyjności sektorów o wysokiej złożoności stają się coraz mniej skuteczne. Mają one mankamenty zakresu stosowania oraz nie uwzględniają zmian związanych z samymi sektorami (np. konwergencji sektorów), z ich różnorodnością aktorów uczestniczących w rozwoju sektorów oraz z koniecznością szerszego (kontekstowego) spojrzenia na mechanizmy funkcjonujące w sektorach. Dlatego w miejsce powszechnie stosowanej analizy sektora, opracowanej przez M.E. Portera<sup>3</sup>, na znaczeniu zyskuje podejście ekosystemu biznesu J. F. Moore'a<sup>4</sup>. Ekosystemem biznesu jest systemem powiązań międzyorganizacyjnych, w których zjawiska i procesy mają charakter społeczny, ekonomiczny, technologiczny, a

---

<sup>1</sup> D'Aveni R.A., Gunther R. (1995). *Hypercompetitive Rivals. Competing in Highly Dynamic Environments*. New York: The Free Press.

<sup>2</sup> Do tej pory trwają dyskusje nad pokrewieństwem branżowym. Najczęściej traktuje się branże pokrewne, które stanowią klasy o kodzie 5-cyfrowym w ramach działu gospodarki o kodzie dwucyfrowym, które wykorzystują podobne zasoby wiedzy, tworząc synergię korzyści i rozwój gospodarczy. Jednak to podejście nie jest wyczerpujące. W ostatnich latach badania są prowadzone nad znaczeniem różnorodności branżowej dla innowacyjności przedsiębiorstw, sieci powiązań i regionów. Różnorodność sektorów (w tym pokrewnych) wpływa stymulująco na innowacyjność sieci oraz gospodarki, w której sieć funkcjonuje. Pylak, K., Majerek, D. (2018). Pokrewna różnorodność branż. Implikacje dla rozwoju innowacyjności. *Przegląd Organizacji*, (2), 8-14. <https://doi.org/10.33141/po.2018.02.02>.

Frenken, K., Van Oort, F., Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41(5), 685-697. <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>.

Tavassoli, M., Carbonara, N. (2014). The role of knowledge variety and intensity for regional innovation. *Small Business Economics*, 43(2), 493-509. <https://doi.org/10.1007/s11187-014-9547-7>.

Broekel, T., Boschma, R. (2012). Knowledge networks in the Dutch aviation industry: The proximity paradox. *Journal of Economic Geography*, 12(2), 409-433. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr010>.

<sup>3</sup> Porter, M.E. (1993). *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*. PWE, Warszawa.

<sup>4</sup> Moore, J.F., (1993). *Predators and prey. A new Ecology of Competition*. Harvard Business Review. vol. 71 no. 3, 75-83; Moore, J. F., (1997). *The Death of Competition. Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*, HarperBusiness, New York; Moore, J. F., (2006). *Business Ecosystems and the View From the Firm*. *Antitrust Bulletin*. vol. 51, no. 1, 31-51.

nawet polityczny<sup>5</sup>. Ekosystem ma charakter interdyscyplinarny i wykracza swym zasięgiem pojedyncze sektory<sup>6</sup>. Efektywny ekosystem biznesu wpływa rentowność i zrównoważony rozwój członków sieci. Dodatkowo stymuluje rozwój technologii, dyfuzję innowacji oraz komercjalizację<sup>7</sup>. Również istotne są rozwój produktu, rozwój łańcuchów dostaw, czy internacjonalizacja<sup>8</sup>. Dlatego uwzględnienie aspektów sieciowych i próby pomiaru sieci wydają się ze wszech miar uzasadnione dla analizy sektora kosmicznego<sup>9</sup>. Szczególnie, że doświadczenia NASA prezentują korzyści z myślenia i działania sieciowego ramach ekosystemu innowacji w oparciu o wielostronną i wielowymiarową współpracę<sup>10</sup>.

## Cel ekspertyzy

Celem ekspertyzy jest prezentacja głównych miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych, ich interpretacja oraz implikacje dla sektora kosmicznego. Pogłębienie wiedzy o tych miarach pozwoli na wykorzystanie ich w analizach sektora kosmicznego oraz lepsze zrozumienie mechanizmów funkcjonujących między uczestnikami sektora. Celem jest również wskazanie relacji między nasileniem wartości poszczególnych miar a rozwojem współpracy i technologii w sektorze kosmicznym. Wiedza ta pozwoli nie tylko na poznanie mechanizmów związanych ze strukturami sieci, ale również na świadome kształtowanie zachowań uczestników sektora w kierunku wzrostu współpracy oraz rozwoju technologicznego w sektorze kosmicznym.

---

5 Battistella, C., Colucci, K., De Toni, A. F., & Nonino, F. (2013). Methodology of business ecosystems network analysis: A case study in Telecom Italia Future Centre. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1194-1210. Hannon, B. (1997). The use of analogy in biology and economics: From biology to economics, and back. *Structural Change and Economic Dynamics*, 8(4), 471-488. Adomavicius, G., Bockstedt, J. C., Gupta, A., Kauffman, R. J. (2007). Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution. *Information Technology and Management*, 8(2), 185-202.

6 Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P. (2017). Network management in the era of ecosystems: Systematic review and management framework. *Industrial Marketing Management*, 67, 23-36.

7 Marra, M., Alfano, V., & Celentano, R. M. (2022). Assessing university-business collaborations for moderate innovators: Implications for university-led innovation policy evaluation. *Evaluation and Program Planning*, 95, 102170. Park, W., Park, H. Y. (2014). A study on business ecosystem model for technology commercialization: focused on its application to public R&D commercialization. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 17(4), 786-819.

<sup>8</sup> Ramanathan, U., Gunasekaran, A. (2014). Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships. *International Journal of Production Economics*, 147, 252-259. Graça, P., Camarinha-Matos, L. M. (2017). Performance indicators for collaborative business ecosystems—Literature review and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 237-255. Riquelme-Medina, M., Stevenson, M., Barrales-Molina, V., Llorens-Montes, F. J. (2021). Business ecosystem embeddedness to enhance supply chain competence: the key role of external knowledge capacities. *Production Planning & Control*, 1-18.

Ritala, P., Agouridas, V., Assimakopoulos, D., Gies, O. (2013). Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study. *International Journal of Technology Management*, 63(3-4), 244-267. Rong, K., Lin, Y., Li, B., Burström, T., Butel, L., Yu, J. (2018). Business ecosystem research agenda: more dynamic, more embedded, and more internationalized. *Asian Business & Management*, 17(3), 167-182.

<sup>9</sup> Jones, K. L. (2018). Public-private partnerships: Stimulating innovation in the space sector. *The aerospace corporation*, 2018-06.

<sup>10</sup> Mazzucato, M., Robinson, D. K. (2018). Co-creating and directing Innovation Ecosystems? NASA's changing approach to public-private partnerships in low-earth orbit. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 166-177.

## Miary strukturalne sieci międzyorganizacyjnych

Sieci międzyorganizacyjne są przedmiotem analiz badaczy i naukowców od ponad 135 lat<sup>11</sup>. Jednak ostatnie trzy dekady przyniosły prawdziwą eksplozję zainteresowania relacjami międzyorganizacyjnymi<sup>12</sup>. Za przestankę wzrostu zainteresowania sieciami międzyorganizacyjnymi uznaje się m.in. postępującą internacjonalizację i złożoność przedsiębiorstw oraz sektorów, konieczność wykorzystania przewag komparatywnych i konkurencyjnych lokalizacji, wzrost konkurencji technologicznej, rozwój technologii (szczególnie 4.0 i 5.0, w tym kosmicznych) oraz dyspersja sektorowa zastosowania tych technologii (np. *dual use*)<sup>13</sup>. Badania nad sieciami międzyorganizacyjnymi mają charakter interdyscyplinarny, co powoduje, że analiza relacji prowadzona jest z różnych perspektyw. Najczęściej przyjmuje się trzy perspektywy: charakterystyki aktorów sieci, charakterystyki konfiguracji sieci oraz charakterystyki relacji między członkami sieci<sup>14</sup>. Miary strukturalne dotyczą głównie konfiguracji i relacji między uczestnikami sieci. W niniejszym dokumencie uwaga została skupiona na analizie głównych miar strukturalnych: gęstości sieci, centralności w sieci oraz siły powiązań między aktorami w układzie. Trzem głównym towarzyszą jeszcze inne miary, które mają mniejsze znaczenie. Dlatego ograniczono się jedynie do wymienienia i wskazania relacji z głównymi miarami strukturalnymi. Interpretacja miar została odniesiona do korzyści i do zagrożeń aktorów sieci.

### Gęstość sieci

Gęstość sieci jest miarą określającą intensywność relacji utrzymywanych przez członków sieci. Jest ona definiowana jako iloraz aktualnych powiązań do wszystkich możliwych relacji w sieci. Sieci o wysokiej wartości gęstości charakteryzują się wysoką współzależnością jej członków. Analiza gęstości sieci może obejmować zarówno całą sieć, jak i jej część. Oznacza to, że badania mogą ograniczać się do oceny gęstości powiązań sieciowych w danym sektorze, mimo, że sieć znacznie wykracza poza jego zasięg.

Gęstość sieci sprzyja zaufaniu i wzajemności między partnerami, ponieważ korzystają oni ze wspólnych partnerów zewnętrznych. Gęste sieci pozwalają aktorom dowiedzieć się o obecnych i potencjalnych partnerach za pośrednictwem wspólnych partnerów zewnętrznych, zmniejszając asymetrię informacji oraz sprzyjają budowaniu zaufania, opartego na wiedzy<sup>15</sup>. Wzrost zaufania ogranicza ryzyko zachowania oportunistycznego, co w konsekwencji sprzyja zacieśnieniu współpracy<sup>16</sup>. Zaufanie to jest wzmacniane przez wzajemność relacji, w ramach której strony dzielą się uprzywilejowanymi zasobami, ponieważ oczekują, że odbiorcy odwdzięczą się im tym samym, o równoważnej wartości (strategia *tit for tat*)<sup>17</sup>.

Gęsta sieć pozwala na szybszy przepływ informacji i wiedzy między jej członkami. W ramach mnogich powiązań również przekazywane są kompetencje dotyczące pozyskiwania, transferu i wykorzystania informacji<sup>18</sup>. Ponadto

<sup>11</sup> Simmel, G. (1890). *Über soziale Differenzierung. Soziologische und psychologische Untersuchungen*. Leipzig, Dunker and Humboldt.

<sup>12</sup> Hong, P., Park, Y.W. (2015). *Building Network Capabilities in Turbulent Competitive Environment*. CRC Press; Fernández Pérez, Rose, M.B. (Eds.), (2010). *Innovation and Entrepreneurial Networks in Europe*, Routledge; Czakon W., (2007). *Dynamika więzi międzyorganizacyjnych przedsiębiorstwa*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice; Gnyawali D.R., Madhavan R., (2001). Cooperative Networks and Competitive Dynamics: a Structural Embeddedness Respective, *Academy of Management Review*, vol. 26(3). 431-445.

<sup>13</sup> Fonfara, K (2009). *Zachowanie przedsiębiorstwa w procesie internacjonalizacji. Podejście sieciowe*, PWE, Warszawa; Nohria, N., Goshal, S. (1997). *Differentiated Network. Organizing Miltinational Corporations for Value Creation*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco; Harvey M., Novicevic M.M., Kiesling T., (2001). Hypercompetition and the Future of Global Management in the Twenty-first Century, *Thunderbird International Business Review*, 2001, vol. 43 (5). 599-616. Nottbrock, C., Van Looy, A., De Haes, S. (2023). Impact of digital Industry 4.0 innovations on interorganizational value chains: a systematic literature review. *Business Process Management Journal*, 29(1), 43-76; Camarinha-Matos, L. M., Fornasiero, R., Afsarmanesh, H. (2017, August). Collaborative networks as a core enabler of industry 4.0. In *Working conference on virtual enterprises* (3-17). Cham: Springer International Publishing; Schroeder, A., Ziaee Bigdeli, A., Galera Zarco, C., Baines, T. (2019). Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective. *Production Planning & Control*, 30(16), 1305-1321. Dagnino, G. B., Levanti, G., Mina, A., & Picone, P. M. (2015). Interorganizational network and innovation: a bibliometric study and proposed research agenda. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 30(3/4), 354-377.

<sup>14</sup> Todeva, E. (2006). *Business Networks. Strategy and Structure*. Routledge.

<sup>15</sup> Gulati, R., Nohria, N., Zaheer, A. (2000). Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21: 203– 215; Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), 890-913.

<sup>16</sup> Cygler, J. (2002). *Alianse strategiczne*. Difin, Warszawa; Cygler, J. (2009). *Kooperencja przedsiębiorstw. Czynniki sektorowe i korporacyjne*, Wyd. SGH, Warszawa.

<sup>17</sup> Axelrod, R. (1984). *The Evolution of Cooperation*, Basic Books.

<sup>18</sup> Coleman, J. S. (1990). *Foundations of social theory*. Cambridge: Harvard University Press.

im więcej jest wzajemnych powiązań, tym jakość przekazywanej informacji (bezpośrednio z jej źródła) jest wyższa. Wzrasta zaufanie między przedsiębiorstwami i skłonność do dzielenia się aktywami (materialnymi i niematerialnymi). Przedsiębiorstwa zaangażowane w gęstą sieć wykazują większą aktywność w proces tworzenia i transferu wiedzy<sup>19</sup>. Szybciej realizowany jest proces rozwoju, transferu i komercjalizacji technologii. Gęste sieci sprzyjają wzrostowi innowacyjności przedsiębiorstw powiązanych w ramach konstelacji. Dodatkowo relacje w gęstej sieci pozwalają na wspólne wypracowanie standardów zachowań i szybciej można sankcjonować wszelkie odstępstwa od nich<sup>20</sup>. Strony chętniej wspólnie rozwiązują problemy związane z niedoskonałością rynkową i technologiczną oraz strukturalną sieci. Umacnia się reputacja sieci. Badania Z. Xu, J. Lin i D. Lin wykazały, że gęstość sieci wpływa stymulująco na innowacyjność aktorów konstelacji<sup>21</sup>.

Inną korzyścią gęstych sieci jest fakt osłabiania centralnych ośrodków w sieci. Przedsiębiorstwa, pełniące funkcję kluczowych (centralnych) tracą swoje przewagi wynikające z wyjątkowości lub uprzywilejowanej pozycji w dostępie do cennych zasobów w sieci. Można zatem przewidywać, że w wyniku zwiększenia liczby powiązań multilateralnych w sieci, jej struktura będzie ulegała powolnemu spłaszczeniu m.in. poprzez osłabianie przedsiębiorstw kluczowych.

Jednakże gęsta cieć w skrajnej swojej formie może doprowadzić do jej zamknięcia (gdy liczba realnych powiązań jest porównywalna ze wszystkimi możliwymi). W sieciach zamkniętych wszyscy członkowie są wzajemnie powiązani<sup>22</sup>. Wtedy dostęp do informacji w ramach sieci jest, co prawda, porównywalny dla wszystkich, ale w obiegu znajduje się ta sama informacja. Przestaje być ona unikatowa, przez co konkurencyjność przedsiębiorstw obniża się. Dodatkowo, wraz ze wzrostem gęstości sieci mamy do czynienia ze wzrostem zachowań konkurencyjnych między członkami układu. Wzrost agresywności zachowań powoduje brutalizację reakcji przedsiębiorstw na te zachowania. Mamy zatem do czynienia z syndromem zbyt małego akwarium, gdzie ograniczona przestrzeń powoduje wzmożenie zachowań agresywnych jego mieszkańców o deficytowe zasoby. W przypadku sieci międzyorganizacyjnych wzmożone działania konkurencyjne, w skrajnych przypadkach, mogą doprowadzić do wewnętrznej hiperkonkurencji. Poziom konkurencji w sieci może być wyższy niż poza nią. Spowoduje to zjawisko ugrzęźnięcia sieciowego aktorów. Szybkie działania odwetowe na zachowania konkurencyjne mogą być wywołane jako reakcja na złamanie ustalonych zasad. Jednocześnie wzajemna, multilateralna współzależność pobudza do proliferacji zjawisk konfliktowych w sieci.

Z kolei zbyt luźne sieci (tzw. otwarte) powodują znaczne wydłużenie (w czasie i w trajektorii – liczby pośredników) transferu wiedzy i informacji oraz ich zniekształcenie<sup>23</sup>. Ograniczony dostęp do informacji polaryzuje członków sieci, powstają uprzywilejowane grupy przedsiębiorstw (rekiny) oraz podporządkowane organizacje (płatki). Następuje anarchizacja i centralizacja działań w sieci. Jednocześnie bardzo trudno jest wzajemnie ustalić podstawowe normy zachowania w sieci, coraz częściej pojawiają się zachowania oportunistyczne. W sieciach „otwartych” rośnie zagrożenie działań konkurencyjnych w sieci<sup>24</sup>. Ponadto, w sieciach otwartych, poprzez istnienie mnogich dziur strukturalnych i ograniczenie transferu wiedzy i informacji redukcji ulegają również innowacyjność i konkurencyjność przedsiębiorstw<sup>25</sup>. Rosną zatem koszty transakcyjne funkcjonowania w sieci otwartej.

Na gęstość sieci i jej potencjał innowacyjny wpływa **autonomia strukturalna**. Autonomia strukturalna wynika z władzy i zdolności aktorów do kontrolowania przepływu informacji i zasobów w obrębie sieci. Występuje ona gdy

---

19 Uzzi, B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 671. 674-698.

20 Walker, G., Kogut, B., Shan, W. (1997). Social Capital, Structural Holes and the Formation of an Industry Network. *Organization Science*, 8(2), 109-125. Burt, R.S., (2000). The Network Structure of Social Capital. *Research in Organizational Behavior*, 22. 345-379.

21 Xu, Z., Lin, J., Lin, D. (2008). Networking and innovation in SMEs: evidence from Guangdong Province, China. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 15(4), 788-801.

22 Coleman, J. S. (1990). *Foundations of Social Theory*. Cambridge: Harvard University Press.

23 Kenis, P., Knoke, D. (2002). How Organizational Field Networks Shape Interorganizational Tie-formation Rates. *Academy of Management Review*, 27(2). 275-293.

24 Raub, W., and Weesie, J. (1990). Reputation and Efficiency in Social Institutions: an Example of Network Effect. *American Journal of Sociology*, 96, 626-654.

25 Ahuja, G. (2000). Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: a Longitudinal Study. *Administrative Science Quarterly*, 45. 425-455.

pojawiają się **dziury strukturalne** w sieci. R.S. Burt wskazał, że jeśli przedsiębiorstwo jest powiązane z innymi, które to nie mają ze sobą bezpośrednich kontaktów (występuje dziura strukturalna), posiada ono autonomię strukturalną<sup>26</sup>. Jednostki, których sieci zawierają liczne dziury strukturalne znajdują się w uprzywilejowanej pozycji. Mają wtedy kontrolę nad swoimi partnerami oraz nad przepływem ich zasobów, które są przekazywane w ramach powiązań bezpośrednich. Również kontrolują projekty, które łączą strony znajdujące się po przeciwnych stronach dziury strukturalnej. Jednocześnie istnieje pokusa brokera do manipulacji niepowiązanymi partnerami oraz zwiększenia siły negocjacyjnej wobec nich. Przedsiębiorstwa z większą autonomią strukturalną wykazują się większą konkurencyjnością od tych, które charakteryzowały się mniejszą autonomią strukturalną<sup>27</sup>. Wraz z gęstnieniem sieci pojawiają się nowe powiązania, które ograniczają władzę przedsiębiorstwom posiadającym dotychczas istotną autonomię strukturalną.

Sektor kosmiczny w Polsce charakteryzuje się bardzo niską wartością gęstości sieci. Świadczy o tym wręcz incydentalny udział polskich podmiotów w międzynarodowych projektach technologicznych na rzecz kosmosu. Szczególnie jest to zauważalne w porównaniu aktywności podmiotów sektora z Niemiec, Francji, czy Skandynawii. Również poziom współpracy w sektorze w wymiarze krajowym jest daleki od zadowalającego. Taki stan rzeczy powoduje spowolniony rozwój technologiczny w sektorze oraz polaryzację uczestników w sektorze. W konsekwencji może to spowodować ograniczony dostęp uczestników sektora kosmicznego do projektów B+R (szczególnie mniejsze przedsiębiorstwa) oraz do zachowań oportunistycznych przed podmioty działające w sektorze.

### Centralność w sieci

Centralność w sieci jest uznawana za kluczową miarę strukturalną sieci międzyorganizacyjnych. Wiąże się ona z władzą, prestiżem i wpływami w sieci<sup>28</sup>. Centralność wskazuje na kierunki przepływu informacji oraz technologii w sieci międzyorganizacyjnej. Wyraża ona możliwość powiązania z innymi członkami sieci. Jest ona mierzona liczbą powiązań oraz ich istotnością dla sieci. Władzę w sieci mają te podmioty, które wykazują większą liczbą powiązań z partnerami. Jednocześnie powiązania te uznane są za kluczowe dla sieci. Centralność jest pojmowane jako pozycja (siła), wynikająca ze struktury sieci, a nie z indywidualnych przymiotów (atrybutów) przedsiębiorstwa. Może mieć ona charakter formalny, jak i nieformalny. Coraz częściej pozycja w strukturze nieformalnej może odgrywać większą rolę niż w wyniku formalnych relacji.

W literaturze przedmiotu występują trzy podstawowe miary centralności: stopień (*degree*), bliskość (*closeness*) oraz pośrodkowość (*betweenness*)<sup>29</sup>.

Stopień jest miarą aktywności sieci, wskazując zakres bezpośrednich relacji między członkami sieci. Jest on liczony jako iloraz przychodzących i wychodzących więzi aktora i zawiera się w przedziale między 0 a 1. Wskazuje o powiązaniach lub popularności aktora w sieci. Im aktor sieci ma więcej bezpośrednich powiązań, tym ma większe możliwości do wpływania na innych członków sieci.

Bliskość jest miarą dostępności aktora, co jest związane z odległością od pozostałych członków sieci oraz długością ścieżek dostępu do aktora z dowolnej lokalizacji w sieci. Im wyższa jest bliskość aktora, tym większe będzie jego znaczenie w sieci oraz zwiększa się jego niezależność decyzyjna. Aktorzy charakteryzujący się większą bliskością częściej uczestniczą bezpośrednio w przepływie informacji oraz wiedzy. Mają wpływ na dostępność informacji i wiedzy dla innych, o mniejszej bliskości. Bliskość należy traktować w kategoriach topograficznych<sup>30</sup>. Innymi słowy, jak długo zajmie przepływ informacji od aktora sieci do innych jej członków.

---

26 Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

27 Gnyawali, D. R., and Madhavan, R. (2001). Cooperative networks and competitive dynamics: A structural embeddedness perspective. *Academy of Management Review*, 26 (3). 431-445.

28 Bloch, F., Jackson, M. O., Tebaldi, P. (2023). Centrality measures in networks. *Social Choice and Welfare*, 61(2), 413-453.

29 Landherr, A., Friedl, B., Heidemann, J. (2010). A critical review of centrality measures in social networks. *Business & Information Systems Engineering*, 2(6), 371-385. Valente, T. W., Coronges, K., Lakon, C., Costenbader, E. (2008). How correlated are network centrality measures?. *Connections (Toronto, Ont.)*, 28(1), 16.

Costenbader, E., Valente, T. W. (2003). The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social networks*, 25(4), 283-307.

30 Bloch, F., Jackson, M. O., Tebaldi, P. (2023). Centrality measures in networks. *Social Choice and Welfare*, 61(2), 413-453.

Pośrodkowość mierzy znaczenie aktora sieci w powiązaniach z innymi członkami sieci, który staje się kluczowym węzłem w transferze wiedzy i informacji oraz jest pośrednikiem w kontaktach między stronami w konstelacji<sup>31</sup>. Określa jego rolę, jako pośrednika w przepływie informacji i innych zasobów pomiędzy członkami sieci. Jest miarą, która charakteryzuje informację (i inne zasoby), kontrolowaną przez danego aktora sieci. Wartość tej miary zależy od liczby najkrótszych ścieżek łączących członków sieci za jego pośrednictwem. Im większa jest rola aktora w przepływie informacji (szczególnie w ramach sieci technologicznych), tym większa jest jego istotność w całej sieci oraz niezależność decyzyjna. Badania W. Tsai wykazały, że jednostki zajmujące centralną pozycję w sieci charakteryzują się większą innowacyjnością, co wynika z lepszego i szerszego dostępu do wiedzy<sup>32</sup>. W efekcie generują przewagę konkurencyjną i charakteryzują się lepszymi wynikami finansowymi. Przedsiębiorstwa pełniące kluczową rolę w sieci pozyskują zasoby sieci, ponosząc niższe koszty niż partnerzy peryferyjni. Również korzyści wynikające z użytkowania tych zasobów są większe w przypadku przedsiębiorstw charakteryzujących się wyższą centralnością. Należy również pamiętać, że wzrost centralności aktora powoduje wzrost kosztów zarządzania zasobami sieci w celu ustalenia strategii i działań konkurencyjnych (syndrom wiewiórki)<sup>33</sup>. Co ciekawe, przedsiębiorstwa zajmujące kluczową pozycję w sieci bardziej skłonne są agresywnego konkurowania poprzez mniej liczne, ale bardziej złożone działania. Podczas gdy przedsiębiorstwa zajmujące peryferyjną pozycję w sieci będą konkurowały częstszymi, ale mniej złożonymi działaniami<sup>34</sup>. Jakość i szybkość transferu wiedzy w sieciach międzyorganizacyjnych zależy również od mnogości jednostek organizacyjnych (aktorów) o kluczowym znaczeniu dla sieci. Za kluczowe jednostki uznaje się te, które mają bezpośredni dostęp zarówno do źródeł wiedzy, jak i do innych członków sieci. Im więcej jest takich jednostek (aktorów), tym szybciej odbywa się transfer wiedzy<sup>35</sup>. Wtedy kanały transferu są znacznie krótsze i mniej podlegają zniekształceniom.

Warto zauważyć, że z centralnością w sieci związany jest również **zasięg**. Zasięg jest traktowany jako miara różnorodności powiązań pojedynczego aktora lub różnorodności partnerów, z którymi jest on połączony. Aktor o wysokim zasięgu charakteryzuje się zróżnicowaną gamą partnerów w sieci, z którymi jest powiązany. Jednak oni nie muszą być wzajemnie powiązani. Oznacza to, że im większy jest zasięg aktora sieci, tym zwiększa się jego znaczenie w sieci. W przypadku sieci technologicznych aktorzy o zwiększonym zasięgu stają się stają się kluczowymi podmiotami w tworzeniu, transferze i komercjalizacji nowych technologii. W szerszym ujęciu im szerszy jest zasięg aktora w sieci, tym większy jest jego potencjał innowacyjny.

Biorąc pod uwagę sieci powiązań w sektorach zaawansowanych technologicznie im wyższa jest centralność aktora w sieci, tym większy jest potencjał rozwojowy podmiotu w danym sektorze. Uwzględniając złożoność sektora kosmicznego, podmioty, które będą miały więcej powiązań bezpośrednich z innymi członkami sieci, tworząc realizacje dające możliwość przepływu informacji wiedzy i technologii, ich potencjał rozwojowy i pozycja w sektorze będą rosły. Oznacza to, że podmioty, które będą bezpośrednio współpracowały z innymi członkami sieci o wysokiej centralności w sieci w sektorze kosmicznym, będą mogły liczyć na znaczny udział w tworzeniu, transferze i komercjalizacji technologii w sektorze kosmicznym oraz w sektorach pokrewnych.

### Siła powiązań

Jedną z kluczowych miar strukturalnych jest siła powiązań między członkami sieci. W sieciach występują zarówno silne, jak i słabe powiązania. Powiązania te wpływają na relacyjne ukorzenienie sieci<sup>36</sup>. Najczęściej podział na silne i słabe powiązania zależy między innymi od zaangażowania stron, liczby interakcji (w tym wzajemności) i zaufania

---

31 Freeman, R.E., (1979). Centrality of social networks: I. Conceptual clarification. *Social Networks*. 1(3): 215-239. doi:10.1016/0378-8733(78)90021-7.

32 Tsai W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, Vol. 44 (5). 996-1004.

33 Cygler, J. (2002). *Alianse strategiczne*, Difin, Warszawa.

34 Yang, Y.S., Sun, X., Li M., Yan, T. (2025). More or complex actions? Effects of supply networks on firms' competitive aggressiveness. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 45(1). 33–61, doi: <https://doi-org-1zridekgs0aab.han.sgh.waw.pl/10.1108/IJOPM-04-2023-0285>.

35 Tang F. (2011). Knowledge Transfer in Intra-Organization Networks, *Systems Research and Behavioral Science*, Vol. 28. 270-282.

36 Hite, J.M. (2005). Evolutionary process and paths of relationally embedded network ties in emerging entrepreneurial firms. *Entrepreneurship: Theory & Practice*. 29(1), 113-144. doi: 10.1111/j.1540-6520.2005.00072.x.

(przyjaźni)<sup>37</sup>. Siłę związku mają charakter długotrwały, charakteryzują się zwiększoną częstotliwością interakcji, współzależnością i zażyłością między aktorami sieci<sup>38</sup>. Forma tych powiązań często ma charakter formalny i kapitałowy<sup>39</sup>. Ze względu na skalę zaangażowania w relacje więzi silne są preferowane przez duże organizacje.

Słabe powiązania to luźne o słabej sile interakcji powiązania, które mogą mieć charakter formalny i nieformalny<sup>40</sup>. Struktury sieciowe oparte na słabych powiązaniach charakteryzują się większą swobodą i elastycznością działania aktorów, niższymi kosztami utrzymania relacji. Dlatego słabe relacje są preferowane przez mniejsze organizacje<sup>41</sup>. Ze względu na znacznie mniejszą częstotliwość kontaktów (niż w przypadku powiązań silnych) strony przekazują sobie głównie wiedzę niezbędną<sup>42</sup>. Najczęściej są stosowane w sieciach projektowych o ograniczonym horyzoncie funkcjonowania<sup>43</sup>. Należy pamiętać, że relacje oparte na słabych powiązaniach cechują się wyższym poziomem podatności na konflikty<sup>44</sup>.

Wybór powiązań ze względu na ich siłę ma istotne znaczenie dla sprawności i charakteru transferu wiedzy w sieci. Wiedza będzie lepiej transferowana, przyswajana i wykorzystana, jeśli członkowie sieci będą silniej ze sobą powiązani (pionowo i poziomo). To zaś związane jest bezpośrednio ze wzrostem wzajemnego zaufania oraz ograniczeniem zachowań oportunistycznych<sup>45</sup>. M.T. Hansen zauważył ponadto, że silne powiązania w sieci sprzyjają transferowi wiedzy złożonej (skodyfikowanej i nieskodyfikowanej), podczas gdy słabe więzi preferują transfer wiedzy prostej<sup>46</sup>. Analizy S.L. Jack wykazały istnienie preferencji tworzenia silnych powiązań w sieci nad słabymi<sup>47</sup>. Wynika to głównie z cech i generowanych korzyści tego typu powiązań. Silne powiązania będą wybierane, gdy sieci funkcjonują w otoczeniu silnie turbulentnym, podatnym na globalizację oraz zaawansowanym technologicznie<sup>48</sup>. Gdy w sieci brakuje zaufania i wspólnego zrozumienia, partnerzy mogą nie chcieć dzielić się użytecznymi informacjami. W takich okolicznościach obecność silnych więzi może pomóc w pokonaniu tych przeszkód.

Natomiast badania B. Uzzi dowiodły, że również częstotliwość kontaktów między stronami transferu wiedzy wpływa pozytywnie na jakość i szybkość tego procesu. Wzmacniają się kanały informacyjne między członkami sieci oraz wzrasta zaangażowanie w transfer wiedzy<sup>49</sup>. Wybór siły powiązań ma znaczenie dla tworzenia i rozwoju nowych technologii. Badania J.E. Perry-Smith i C.E. Shalley dowiodły, że słabe powiązania sprzyjają kreatywności, zapewniając dostęp do niezależnych aktorów i wzbogacając wiedzę dotyczącą danej dziedziny lub kreatywności<sup>50</sup>. Dostęp do wiedzy niezbędnej ma kluczowe znaczenie dla rozwoju innowacji, ponieważ stanowi ona podstawę do tworzenia nowych komponentów i połączeń w unikatowy sposób, który odbiega od utartych sposobów myślenia.

---

37 Granovetter, M. (1995). Coase Revisited: Business Groups in the Modern Economy. *Industrial & Corporate Change*, vol. 4(1), 93-130.

38 Marsden, P. V., Campbell, K. E. (1984). Measuring tie strength. *Social forces*, 63(2), 482-501.

39 Kenis, P., Knoke, D. (2002). How Organizational Field Networks Shape Interorganizational Tie-Formation Rates. *Academy of Management Review*, vol. 27(2), 275-293; Capaldo, A. (2007). Network Structure and Innovation: the Leveraging of Dual Network as a Distinctive Relational Capability. *Strategic Management Journal*, vol. 28, 585-608.

40 Kenis, P., Knoke, D. (2002). How Organizational Field Networks Shape Interorganizational Tie-Formation Rates. *Academy of Management Review*, vol. 27(2), 275-293.

41 Chen, D. Hwang, Y.-S. (2008). Network Pattern and Linkage Strength in Standard Competition. *Business Renaissance Quarterly*, vol. 3(4), 67-86.

42 Hansen, T.M. (1999). The Search-Transfer Problem: the Role of Weak Ties in Sharing Knowledge Across Organizational Subunits. *Administrative Science Quarterly*, vol. 44, 82-111.

43 Wu, G., Li, H., Wu, C., Hu, Z. (2020). How different strengths of ties impact project performance in megaprojects: The mediating role of trust. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(4), 889-912.

44 Cygler, J. Relacje między organizacjami – zarys koncepcji teoretycznych [w:] Witek-Hajduk, M.K., Cygler, J., Sznajder, A., Napiórkowska, A., Napiórkowski, T. (2016). Relacje między producentami a detalistami. Kontekst modeli biznesu, Warszawa, PWN.

45 Blois K.J. (1990). Transaction Costs and Networks, *Strategic Management Journal*, Vol. 11(6), 493-486.

46 Hansen M.T. (1999). The research-transfer problem : the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 44, 82-111.

47 Jack, S.L. (2005). The role, use and activation of strong and weak network ties: a qualitative analysis. *Journal of Management Studies*, 42(6), 1233-1259.

48 Qalati, S. A. (2025). Linking managerial ties and organizations sustainability outcomes via knowledge management and business model innovation: the role of environmental turbulence. *International Studies of Management & Organization*, 55(4), 388-414.

49 Uzzi B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 67(1), 674-698.

50 Perry-Smith, J. E., Shalley, C. E. (2003). The social side of creativity: A static and dynamic social network perspective. *Academy of management review*, 28(1), 89-106.

Sytuacje patologiczne powstają, gdy powiązania między członkami sieci są tworzone i wykorzystane w niewłaściwy sposób, ograniczając generowanie korzyści w ramach współpracy multilateralnej<sup>51</sup>. System silnych więzi może spowodować nadmierne usztywnienie sieci i utratę jej elastyczności, które są podstawą w kreowaniu przewagi konkurencyjnej układu i jego członków. W skrajnym przypadku, w ramach mnogich i wyłącznych silnych powiązań, przedsiębiorstwo może być uwięzione w sieci, bez możliwości własnych autonomicznych działań<sup>52</sup>. Również będzie uzależnione decyzyjnie, co w konsekwencji może doprowadzić do utraty autonomii organizacyjnej i decyzyjnej. Dodatkowo w ramach silnych powiązań mogą pojawić się takie nieprawidłowości, jak: transfer zbędnej wiedzy, obniżenie innowacyjności przedsiębiorstw, czy zwiększenie koordynacji oligopolistycznej<sup>53</sup>.

Z kolei luźny charakter relacji w sieci sprawia, że transfer wiedzy złożonej nie jest tak skuteczny, jak w przypadku silnych powiązań<sup>54</sup>. Ze względu na znacznie mniejszą częstotliwość kontaktów (niż w przypadku powiązań silnych) przedsiębiorstwa przekazują sobie głównie niezbędną wiedzę. Sieci o dominujących słabych powiązaniach wymuszają na ich aktorach znaczną samodzielność. Transferowana wiedza w ramach tych więzów ma charakter zagregowany, wymagający dodatkowej, indywidualnej interpretacji oraz wykorzystania przez użytkowników. Wybór słabych powiązań w większości przypadków staje się zachętą do zachowań oportunistycznych, szpiegostwa gospodarczego, a w rezultacie doprowadzi do nierównowagi konstelacji (poprzez zwiększającą się konkurencję wewnętrzną) i erozji korzyści ze współpracy.

Zrównoważona sieć charakteryzuje się wykorzystaniem zarówno silnymi, jak i słabymi powiązaniem. Badania J. Zhang, J. Wang, J. Winnink i S. Jong wykazały, że siła powiązań negatywnie oddziałuje na istotność innowacji<sup>55</sup>. Negatywny wpływ siły więzi na istotność innowacji nasila się, gdy sieć jest bardziej spójna (ma mniej dziur strukturalnych). W sieciach spójnych wymiana jest częsta, wzajemna i uwzględniająca intensywną wymianę wiedzy. Często spójność sieci kojarzona jest ze znaczną homogenicznością aktorów konstelacji. Warto zauważyć, że dziury strukturalne mają negatywny wpływ, gdy siła powiązań jest słaba, ale pozytywny, gdy siła powiązań jest silna. Odkrycia te wskazują, że spójność sieci jest niezbędna do wykorzystania korzyści informacyjnych słabych powiązań, a silne powiązania są niezbędne do pełnego wykorzystania zalet dziur strukturalnych. Korzyści informacyjne, wynikające ze słabych powiązań, mogą być w pełni wykorzystane w sieciach o dużej spójności (małej strukturalnej autonomii), przy jednoczesnej redukcji ich relacyjnych ograniczeń. Jednocześnie zalety dziur strukturalnych można wykorzystać, gdy występują silne powiązania, by złagodzić negatywne skutki relacyjne związane z dziurami strukturalnymi. Oznacza to, że o innowacyjności sieci międzyorganizacyjnych decyduje nie tylko konfiguracja siły powiązań relacji między aktorami, ale ogólna jej struktura.

---

51 Jack, S.L. (2005). The role, use and activation of strong and weak network ties: a qualitative analysis. *Journal of Management Studies*, 42(6), 1233-1259.

52 Capaldo, A. (2007). Network structure and innovation: the leveraging of dual network as a distinctive relational capability. *Strategic Management Journal*, 28, 585-608.

53 Hansen, T.M. (1999). The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organizational subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44, 82-111.

54 Bergenholtz, C. (2011). Knowledge brokering: spanning technological and network boundaries. *European Journal of Innovation Management*, 14(1), 74-92.

55 Zhang, J., Wang, J., Winnink, J., Jong, S. (2025). Collaboration networks and radical innovation: Two faces of tie strength and structural holes. *Journal of Informetrics*, 19(1), 101636.

## Wnioski - implikacje dla sektora kosmicznego

Analiza sektora kosmicznego należy do niezwykle trudnych i złożonych. Do tej pory toczą się dyskusje dotyczące systemu definicyjnego w literaturze naukowej oraz w dokumentach rządowych i organizacji międzynarodowych<sup>56</sup>. Również w Polsce podjęto próbę zdefiniowania i zbadania sektora kosmicznego<sup>57</sup>. Analizy sektora ograniczały się głównie do identyfikacji wielkości sektora, jego podmiotów (lub grup interesariuszy), segmentów, czy technologii rozwojowych. W analizach wykorzystywano najczęściej podstawowe instrumenty analityczne, rzadziej uwzględniano analizę interesariuszy (ich siłę i zakres oddziaływania), mapy grup strategicznych, rozbudowaną analizę kluczowych czynników sukcesu, analizy portfelowe lub też inne zaawansowane instrumenty oraz metody analityczne<sup>58</sup>. Mimo wielu prób i podejść badawczych do tej pory można spotkać się ze znaczną dyskrepancją statystyczną dotyczącą wielkości i specyfiki sektora kosmicznego<sup>59</sup>.

Według raportu McKinsey Global Institute<sup>60</sup> sektor kosmiczny został uznany jako jeden z osiemnastu sektorów najbardziej rosnących pod względem dynamiki wzrostu w gospodarce światowej. Według tego raportu przychód sektora kosmicznego wzrośnie z poziomu 300 mld USD w 2022 roku do poziomu od 960 do 1600 mld dolarów w 2040 roku, co przekłada się na skumulowaną roczną stopę wzrostu (CAGR) na poziomie od 7 do 10%. Przewidywana stopa zysku względem przychodu ma wynosić w granicach 5% - 10%. Mimo ogromnej złożoności sektora istnieje zgodność, że jest on jednym z najbardziej atrakcyjnych i jednocześnie wymagających sektorów w gospodarce światowej. Złożoność i dynamizm rozwoju sektora kosmicznego powodują konieczność rewizji dotychczasowych rozwiązań koncepcyjnych, szczególnie w obszarze wyzwań zarządczych. Zdaniem N. Kishi nowe wyzwania analiz w sektorze kosmicznym skupiają się na zarządzaniu ryzykiem oraz na zarządzaniu technologią<sup>61</sup>. Z kolei P. Pachura wskazał na konieczność koncentracji uwagi badawczej na zagadnieniach związanych m.in. z zarządzaniem ryzykiem, łańcuchem dostaw, strategiami wejścia do sektora wraz z zachowaniami rynkowymi oraz międzynarodową współpracą multilateralną o charakterze technologicznym, uwzględniającą różnorodność interesariuszy<sup>62</sup>. Podejście badawcze P. Pachury wpisuje się bezpośrednio w nurt myślowy niniejszej ekspertyzy.

Mając świadomość złożoności oraz kosztów funkcjonowania w sektorze kosmicznym coraz częściej wskazuje się na konieczność współpracy, jako warunek rozwoju sektora oraz podmiotów w nim działających. Wskazuje się również na konieczność współpracy w zróżnicowanych konfiguracjach (potrójna helisa)<sup>63</sup>. Realizacja misji kosmicznych wymaga współpracy agencji kosmicznych, przedsiębiorstw prywatnych i państwowych, uczelni i instytutów badawczych (cywilnych i wojskowych) oraz organizacji międzynarodowych. Trudno się nie zgodzić z ogólnym wnioskiem dotyczącym powiązań rozwoju technologicznego organizacji z ich kompetencjami współpracy i relacjami sieciowymi, tworzącymi ekosystem innowacji w sektorze kosmicznym. **Analiza miar strukturalnych w sieciach międzyorganizacyjnych dowiodła, że o innowacyjności przedsiębiorstw decyduje charakterystyka sieci oraz pozycja aktorów w sieci.**

Sektor kosmiczny cechują wysokie zaangażowanie technologiczne, podatność na globalizację oraz silna konkurencja wewnątrzsektorowa. Należy również zauważyć istotność polityk państw oraz organizacji

<sup>56</sup> Oniszczenko, L. (2021). Rozwój polskiego sektora kosmicznego: Bariery postępu. *Kontrola Państwowa*, 66/1(396). 43-58. Highfill, T., Georgi, P., Dubria, D. (2019). Measuring the value of the US space economy. *Survey of Current Business*, 99(12), 1-7. OECD, *Handbook on Measuring the Space Economy*, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264169166-en>.

<sup>57</sup> Wachowicz, M.E., Węglowski, A., Bankiewicz, J., Bachtin, R. Polski sektor kosmiczny – określenie zakresu pojęciowego i cechy charakterystyczne, [w:] Wachowicz M.E (red.) (2017). *Polski sektor kosmiczny. Struktura podmiotowa – Możliwości rozwoju – Pozyskanie środków*. Polska Agencja Kosmiczna, Warszawa. Kukotowicz, P., Lubasiński, J., Mądry, T., Świącicki, I., Witczak, J. (2024). *Gospodarka kosmiczna*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

<sup>58</sup> Narzędzia te były wykorzystane do analizy atrakcyjności europejskiego sektora kosmicznego, segmentu *upstream* w zakresie, który obejmował działalność Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa.

<sup>59</sup> *Report on the Space Economy 2025*. ESA, March 2025

<sup>60</sup> Bradley, Ch., Bradley, C., Chui, M., Russell, K., Ellingrud, K., Birshan, M., Chettih S. (2024). *The next big arenas of competition*, McKinsey Global Institute.

<sup>61</sup> Kishi, N. (2017). Management analysis for the space industry, *Space Policy*. Vol. 39-40. 1-6.

<sup>62</sup> Pachura, P. (2024). The space industry-mapping the challenges for management science The space industry-mapping the challenges for management science. *Polish Journal of Management Studies*, Vol. 30(1). 240-254.

<sup>63</sup> Kim, M. J. (2023). Toward coherence: A space sector public-private partnership typology. *Space Policy*, 64, 101549. Takata, S., Hidaka, K. (2025). New public-private partnership based on the interactive collaboration in the space sector. *Acta Astronautica*, 231, 25-36.

międzynarodowych w obszarze kosmosu (np. ESA) w rozwój sektora. Złożoność sektora kosmicznego wymaga uwzględnienia podejścia sieciowego w perspektywie krajowej oraz międzynarodowej. Zaprezentowane miary strukturalne mają zastosowanie zarówno na poziomie sieci, jak i na poziomie aktorów. Biorąc pod uwagę przedstawione miary strukturalne istotne jest uwzględnienie gęstości sieci. Gęstość sieci wpływa stymulująco na przepływ informacji, wiedzy, technologii oraz finansów w sieci. To z kolei pozytywnie oddziałuje na rozwój technologiczny sieci oraz jej aktorów. Im bardziej aktorzy są zaangażowani w wielostronne sieci międzyorganizacyjne, tym większy jest ich potencjał innowacyjny. Analiza gęstości sieci międzyorganizacyjnej w sektorze kosmicznym w Polsce może przybliżyć określenie potencjału innowacyjnego sektora z uwagi na strukturę powiązań. **Zasadne jest zatem, żeby w analizach sektorowych Polska Agencja Kosmiczna uwzględniła analizę gęstości sieci powiązań międzyorganizacyjnych.** Miara gęstości sieci jest na tyle użyteczna, że istnieje możliwość ograniczenia zasięgu analiz do wybranej części sieci, stanowiącej np. sektor kosmiczny w Polsce.

Czynnik centralności aktorów w sieciach międzyorganizacyjnych powinien być uwzględniony z uwagi na fakt, że wskazują na pozycję analizowanych podmiotów w sieci. Uprzywilejowana pozycja w sieci stwarza dogodniejsze możliwości pozyskania wiedzy, informacji oraz technologii niż posiadają aktorzy peryferyjni. Centralność w sieci liczona jest nie tylko przez pryzmat liczby bezpośrednich powiązań z innymi aktorami sieci, ale również przez istotność tych powiązań. Dlatego przedsiębiorstwa powinny być żywotnie zainteresowane udziałem w kluczowych projektach (głównie B+R), realizowanych w ramach sektora kosmicznego, które są strategiczne dla rozwoju technologii kosmicznych. Z drugiej strony, centralność aktora zależy od powiązań z innymi podmiotami centralnymi w sieci międzyorganizacyjnej sektora kosmicznego. Bezpośrednia współpraca z takimi podmiotami jak: ESA, NASA, DLR, CNS, ASI, Thales, Safran powoduje wzrost centralności ich kooperantów. Dlatego polskie przedsiębiorstwa powinny być zainteresowane zdobyciem projektów technologicznych z partnerami o większej centralności w sieci kosmicznej.

**Miara centralności (z jego składowymi) podmiotów sieci sektora kosmicznego powinna być również uwzględniona przy ocenie kandydatów na realizację projektów finansowanych przez Polską Agencję Kosmiczną.** Im wyższa jest centralność podmiotu w sieci międzyorganizacyjnej sektora, tym większe jest prawdopodobieństwo realizacji projektów ze względu na lepszy dostęp do informacji, wiedzy i technologii. Jednocześnie efektywność działania aktorów centralnych jest wyższa niż wśród partnerów o charakterze peryferyjnym.

Wyznacznikiem stabilności sieci jest siła powiązań między aktorami. W sieci międzyorganizacyjnej o charakterze technologicznym aktorzy konstelacji powinni być powiązani zarówno relacjami silnymi, jak i słabymi. W sektorze kosmicznym z udziałem polskich podmiotów przeważają powiązania słabe, krótkotrwałe, tworzone głównie w ramach projektowych sieci technologicznych. Jednakże słabe powiązania mogą ulec wzmocnieniu poprzez powtarzalność interakcji, co skutkuje wzrostem zaufania i skłonnością do zacieśnienia współpracy. Powtarzalność interakcji redukuje również poziom konfliktogenności relacji między aktorami w ramach słabych powiązań i jednocześnie strony zachowują znaczną elastyczność oraz kreatywność. **Analiza siły relacji między aktorami oraz ich konfiguracji powiązań w sieci pozwala na głębsze zbadanie sektora kosmicznego, uwzględniając nie tylko identyfikację podmiotów, ale również specyfikę więzi.**

Uwzględnienie podejścia sieciowego w analizie procesów i zjawisk w sektorze kosmicznym wydaje się ze wszech miar uzasadnione i potrzebne. Szczególnie, że analizy wykazały, iż o innowacyjności przedsiębiorstw sektora kosmicznego decyduje struktura istotność powiązań między nimi. **Dlatego rekomenduje się opracowanie metodyki analizy sektora kosmicznego z uwzględnieniem miar strukturalnych sieci międzyorganizacyjnych.** Jednocześnie wykorzystanie podejścia sieciowego do analizy sektora oraz zachowań jego członków i innych grup interesariuszy może mieć pozytywne i wymierne skutki na kształtowanie postaw w sektorze. **Wykorzystanie instrumentów podejścia sieciowego może stać się efektywnym stymulatorem zachowań kooperacyjnych członków ekosystemu innowacji w sektorze kosmicznym. W efekcie zwiększona zostanie innowacyjność sieci i poszczególnych jej podmiotów.**

## Bibliografia

- Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P. (2017). Network management in the era of ecosystems: Systematic review and management framework. *Industrial Marketing Management*, 67, 23-36.
- Adomavicius, G., Bockstedt, J. C., Gupta, A., Kauffman, R. J. (2007). Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution. *Information Technology and Management*, 8(2), 185-202.
- Ahuja, G. (2000). Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: a Longitudinal Study. *Administrative Science Quarterly*, 45, 425-455.
- Axelrod, R. (1984). *The Evolution of Cooperation*, Basic Books.
- Battistella, C., Colucci, K., De Toni, A. F., & Nonino, F. (2013). Methodology of business ecosystems network analysis: A case study in Telecom Italia Future Centre. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1194-1210.
- Bergenholtz, C. (2011). Knowledge brokering: spanning technological and network boundaries. *European Journal of Innovation Management*, 14(1), 74-92.
- Bloch, F., Jackson, M. O., Tebaldi, P. (2023). Centrality measures in networks. *Social Choice and Welfare*, 61(2), 413-453.
- Blois K.J.(1990). Transaction Costs and Networks, *Strategic Management Journal*, Vol. 11(6). 493-486.
- Bradley, Ch., Bradley, C., Chui, M., Russell, K., Ellingrud, K., Birshan, M., Chettih S. (2024). *The next big arenas of competition*, McKinsey Global Institute.
- Broekel, T., Boschma, R. (2012). Knowledge networks in the Dutch aviation industry: The proximity paradox. *Journal of Economic Geography*, 12(2), 409–433. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr010>.
- Burt, R.S., (2000). The Network Structure of Social Capital. *Research in Organizational Behavior*, 22, 345-379.
- Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Camarinha-Matos, L. M., Fornasiero, R., Afsarmanesh, H. (2017, August). Collaborative networks as a core enabler of industry 4.0. In *Working conference on virtual enterprises* (3-17). Cham: Springer International Publishing.
- Capaldo, A. (2007). Network Structure and Innovation: the Leveraging of Dual Network as a Distinctive Relational Capability. *Strategic Management Journal*, vol. 28, 585-608.
- Chen, D., Hwang, Y.-S. (2008). Network Pattern and Linkage Strength in Standard Competition. *Business Renaissance Quarterly*, vol. 3(4), 67-86.
- Coleman, J. S. (1990). *Foundations of social theory*. Cambridge: Harvard University Press.
- Costenbader, E., Valente, T. W. (2003). The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social networks*, 25(4), 283-307.
- Cygler, J. (2002). *Alianse strategiczne*. Difin, Warszawa.
- Cygler, J. (2009). *Kooperencja przedsiębiorstw. Czynniki sektorowe i korporacyjne*, Wyd. SGH, Warszawa.
- Cygler, J. *Relacje między organizacjami – zarys koncepcji teoretycznych* [w:] Witek-Hajduk, M.K., Cygler, J., Sznajder, A., Napiórkowska, A., Napiórkowski, T. (2016). *Relacje między producentami a detalistami. Kontekst modeli biznesu*, Warszawa, PWN.
- Czakon W., (2007). *Dynamika więzi międzyorganizacyjnych przedsiębiorstwa*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.

- Dagnino, G. B., Levanti, G., Mina, A., & Picone, P. M. (2015). Interorganizational network and innovation: a bibliometric study and proposed research agenda. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 30(3/4), 354-377.
- D'Aveni R.A., Gunther R. (1995). *Hypercompetitive Rivals. Competing in Highly Dynamic Environments*. New York: The Free Press.
- Fonfara, K (2009). Zachowanie przedsiębiorstwa w procesie internacjonalizacji. Podejście sieciowe, PWE, Warszawa;
- Freeman, R.E., (1979). Centrality of social networks: I. Conceptual clarification. *Social Networks*. 1(3): 215-239. doi:10.1016/0378-8733(78)90021-7.
- Frenken, K., Van Oort, F., Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41(5), 685–697. <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>.
- Gnyawali D.R., Madhavan R., (2001). Cooperative Networks and Competitive Dynamics: a Structural Embeddedness Respective, *Academy of Management Review*, vol. 26(3). 431-445.
- Graça, P., Camarinha-Matos, L. M. (2017). Performance indicators for collaborative business ecosystems—Literature review and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 237-255.
- Granovetter, M. (1995). Coase Revisited: Business Groups in the Modern Economy. *Industrial & Corporate Change*. vol. 4(1). 93-130.
- Gulati, R., Nohria, N., Zaheer, A. (2000). Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21: 203– 215.
- Hannon, B. (1997). The use of analogy in biology and economics: From biology to economics, and back. *Structural Change and Economic Dynamics*, 8(4), 471-488.
- Hansen, T.M. (1999). The Search-Transfer Problem: the Role of Weak Ties in Sharing Knowledge Across Organizational Subunits. *Administrative Science Quarterly*, vol. 44. 82-111.
- Harvey M., Novicevic M.M., Kiessling T., (2001). Hypercompetition and the Future of Global Management in the Twenty-first Century, *Thunderbird International Business Review*, 2001, vol. 43 (5). 599-616.
- Highfill, T., Georgi, P., Dubria, D. (2019). Measuring the value of the US space economy. *Survey of Current Business*, 99(12), 1-7. OECD, *Handbook on Measuring the Space Economy*, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264169166-en>.
- Hite, J.M. (2005). Evolutionary process and paths of relationally embedded network ties in emerging entrepreneurial firms. *Entrepreneurship: Theory & Practice*. 29(1), 113-144. doi: 10.1111/j.1540-6520.2005.00072.x.
- Hong, P., Park, Y.W. (2015). *Building Network Capabilities in Turbulent Competitive Environment*. CRC Press;
- Fernández Pérez, Rose, M.B. (Eds.), (2010). *Innovation and Entrepreneurial Networks in Europe*, Routledge.
- Jack, S.L. (2005). The role, use and activation of strong and weak network ties: a qualitative analysis. *Journal of Management Studies*, 42(6). 1233-1259.
- Jones, K. L. (2018). Public-private partnerships: Stimulating innovation in the space sector. *The aerospace corporation*, 2018-06.
- Kenis, P., Knoke, D. (2002). How Organizational Field Networks Shape Interorganizational Tie-formation Rates. *Academy of Management Review*. 27(2). 275-293.
- Kim, M. J. (2023). Toward coherence: A space sector public-private partnership typology. *Space Policy*, 64, 101549.
- Kishi, N. (2017). Management analysis for the space industry, *Space Policy*. Vol. 39-40. 1-6.

- Kukołowicz, P., Lubasiński, J., Mądry, T., Świącicki, I., Witczak, J. (2024), *Gospodarka kosmiczna*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.
- Landherr, A., Friedl, B., Heidemann, J. (2010). A critical review of centrality measures in social networks. *Business & Information Systems Engineering*, 2(6), 371-385.
- Marra, M., Alfano, V., & Celentano, R. M. (2022). Assessing university-business collaborations for moderate innovators: Implications for university-led innovation policy evaluation. *Evaluation and Program Planning*, 95, 102170.
- Mazzucato, M., Robinson, D. K. (2018). Co-creating and directing Innovation Ecosystems? NASA's changing approach to public-private partnerships in low-earth orbit. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 166-177.
- Moore, J.F., (1993). Predators and prey. A new Ecology of Competition. *Harvard Business Review*. vol. 71 no. 3, 75-83.
- Moore, J. F. , (1997). *The Death of Competition. Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*, HarperBusiness, New York.
- Moore, J. F., (2006). Business Ecosystems and the View From the Firm. *Antitrust Bulletin*. vol. 51, no. 1, 31-51.
- Nohria, N., Goshal, S. (1997). Differentiated Network. Organizing Miltinational Corporations for Value Creation. Jossey-Bass Publishers, San Francisco
- Oniszczenko, L. (2021). Rozwój polskiego sektora kosmicznego: Bariery postępu. *Kontrola Państwowa*, 66(1 (396), 43-58.
- Park, W., Park, H. Y. (2014). A study on business ecosystem model for technology commercialization: focused on its application to public R&D commercialization. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 17(4), 786-819.
- Nottbrock, C., Van Looy, A., De Haes, S. (2023). Impact of digital Industry 4.0 innovations on interorganizational value chains: a systematic literature review. *Business Process Management Journal*, 29(1), 43-76.
- Pachura, P. (2024). The space industry-mapping the challenges for management science The space industry-mapping the challenges for management science. *Polish Journal of Management Studies*, Vol. 30(1). 240-254.
- Perry-Smith, J. E., Shalley, C. E. (2003). The social side of creativity: A static and dynamic social network perspective. *Academy of management review*, 28(1), 89-106.
- Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), 890-913.
- Porter, M.E. (1993). *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*. PWE, Warszawa
- Pylak, K., Majerek, D. (2018). Pokrewna różnorodność branż. Implikacje dla rozwoju innowacyjności. *Przegląd Organizacji*, (2), 8-14. <https://doi.org/10.33141/po.2018.02.02>.
- Qalati, S. A. (2025). Linking managerial ties and organizations sustainability outcomes via knowledge management and business model innovation: the role of environmental turbulence. *International Studies of Management & Organization*, 55(4), 388-414.
- Ramanathan, U., Gunasekaran, A. (2014). Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships. *International Journal of Production Economics*, 147, 252-259.
- Raub, W., and Weesie, J. (1990). Reputation and Efficiency in Social Institutions: an Example of Network Effect. *American Journal of Sociology*, 96, 626-654.
- Report on the Space Economy 2025*. ESA, March 2025

- Riquelme-Medina, M., Stevenson, M., Barrales-Molina, V., Llorens-Montes, F. J. (2021). Business ecosystem embeddedness to enhance supply chain competence: the key role of external knowledge capacities. *Production Planning & Control*, 1-18.
- Ritala, P., Agouridas, V., Assimakopoulos, D., Gies, O. (2013). Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study. *International Journal of Technology Management*, 63(3-4), 244-267.
- Rong, K., Lin, Y., Li, B., Burström, T., Butel, L., Yu, J. (2018). Business ecosystem research agenda: more dynamic, more embedded, and more internationalized. *Asian Business & Management*, 17(3), 167-182.
- Simmel, G. (1890). *Über soziale Differenzierung. Soziologische und psychologische Untersuchungen*. Leipzig, Dunker and Humbolt.
- Schroeder, A., Ziaee Bigdeli, A., Galera Zarco, C., Baines, T. (2019). Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective. *Production Planning & Control*, 30(16), 1305-1321.
- Tang F. (2011). Knowledge Transfer in Intra-Organization Networks, *Systems Research and Behavioral Science*, Vol. 28. 270-282.
- Takata, S., Hidaka, K. (2025). New public-private partnership based on the interactive collaboration in the space sector. *Acta Astronautica*, 231, 25-36.
- Tavassoli, M., Carbonara, N. (2014). The role of knowledge variety and intensity for regional innovation. *Small Business Economics*, 43(2), 493–509. <https://doi.org/10.1007/s11187-014-9547-7>.
- Todeva, E. (2006). *Business Networks. Strategy and Structure*. Routledge.
- Tsai W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, Vol. 44 (5). 996-1004.
- Uzzi, B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 671. 674-698.
- Wachowicz M.E (red.) (2017). *Polski sektor kosmiczny. Struktura podmiotowa – Możliwości rozwoju – Pozyskanie środków*. Polska Agencja kosmiczna, Warszawa.
- Walker, G., Kogut, B., Shan, W. (1997). Social Capital, Structural Holes and the Formation of an Industry Network. *Organization Science*, 8(2), 109-125.
- Wu, G., Li, H., Wu, C., Hu, Z. (2020). How different strengths of ties impact project performance in megaprojects: The mediating role of trust. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(4), 889-912.
- Valente, T. W., Coronges, K., Lakon, C., Costenbader, E. (2008). How correlated are network centrality measures?. *Connections (Toronto, Ont.)*, 28(1), 16.
- Xu, Z., Lin, J., Lin, D. (2008). Networking and innovation in SMEs: evidence from Guangdong Province, China. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 15(4), 788-801.
- Yang Y.S., Sun X., Li M., Yan, T. (2025). More or complex actions? Effects of supply networks on firms' competitive aggressiveness. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 45(1). 33–61, doi: <https://doi-org-1zridekgs0aab.han.sgh.waw.pl/10.1108/IJOPM-04-2023-0285>.
- Zhang, J., Wang, J., Winnink, J., Jong, S. (2025). Collaboration networks and radical innovation: Two faces of tie strength and structural holes. *Journal of Informetrics*, 19(1), 101636