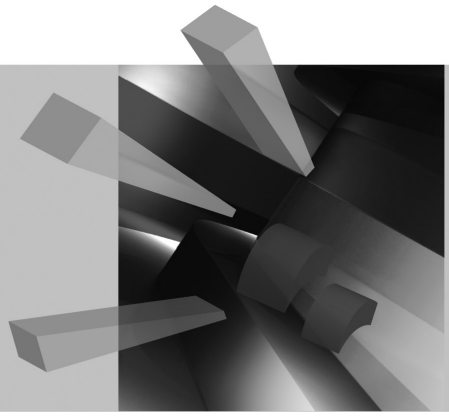
PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics

275

Teoria sieci w rozwiązywaniu problemów zarządzania



Redaktorzy naukowi
Grzegorz Bełz
Łukasz Wawrzynek

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2012

Redaktor Wydawnictwa: Anna Grzybowska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: K. Halina Kocur

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:
www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,
The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon
http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiejkolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2012

ISSN 1899-3192
ISBN 978-83-7695-320-5

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp 7

Ewa Stańczyk-Hugiet: Ewolucjonizm, emergentyzm i relacje międzyorganizacyjne 9
Edyta Ropuszyńska-Surma, Magdalena Węglarz: Problemy zarządzania siecią współpracy – doświadczenia klastra energetycznego 18
Anna Adamus-Matuszyńska: Analiza partnerstwa w sektorze publicznym według modelu SNA 29
Jerzy Niemczyk, Rafał Trzaska: Od struktur liniowych do sieci – przypadek globalnego dostawcy usług 45
Andrzej Krzemiński: Analiza sieci jako narzędzie wspomagające analizę współpracy zespołów 54
Agnieszka Kołodziejczyk: Ewolucja struktur organizacyjnych ku przestrzeni wirtualno-sieciowej 70
Katarzyna Staniszewska-Kipińska: Modelowanie sieciowe jako metoda rozwiązywania złożonych problemów produkcyjnych 81
Piotr Karwacki: Koncepcja controllingu w przedsiębiorstwie sieciowym 95
Ewa Stańczyk-Hugiet, Jerzy Niemczyk: Interorganisational network composition and management – research aspects 109
Andrzej Krzemiński: Application of ecosystemic and networking approach to building integrated system in a company 119
Katarzyna Piórkowska: Cohesion as the dimension of network and its determinants 134

Summary

Ewa Stańczyk-Hugiet: Evolutionism, emergence and interfirm relationships 17
Edyta Ropuszyńska-Surma, Magdalena Węglarz: Problems of cooperation network management – experience of energy cluster 28
Anna Adamus-Matuszyńska: The use of SNA analyzing partnerships in public sector 44
Jerzy Niemczyk, Rafał Trzaska: From linear structures to networks – a study of a global service company 53
Andrzej Krzemiński: Network analysis as a tool supporting the analysis of team collaboration 69
Agnieszka Kołodziejczyk: Evolution of organizational structures towards multispace network 80

Katarzyna Staniszewska-Kipińska: Network modeling as a method of solving complex production problems 94
Piotr Karwacki: Controlling concept in network enterprise 108
Ewa Stańczyk-Hugiet, Jerzy Niemczyk: Struktura i zarządzanie siecią międzyorganizacyjną – perspektywy badawcze 118
Andrzej Krzemiński: Zastosowanie podejścia ekosystemowego i sieciowego przy tworzeniu zintegrowanego systemu w firmie 133
Katarzyna Piórkowska: Spójność sieci i jej determinanty 147

PRACE NAUKOWE UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU
RESEARCH PAPERS OF WROCŁAW UNIVERSITY OF ECONOMICS nr 275 • 2012

Teoria sieci w rozwiązywaniu problemów zarządzania ISSN 1899-3192

Andrzej Krzemiński
Dolnośląska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.

ANALIZA SIECI JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE ANALIZĘ WSPÓŁPRACY ZESPOŁÓW

Streszczenie: Artykuł o charakterze eksploracyjnym wprowadza do zagadnień analizy sieci społecznych w organizacji. Zasygnalizowano kluczowe obszary badawcze, istotne tematy badań oraz wybrane informacje o środowisku badaczy (specjalności, ośrodki badawcze, rozmieszczenie geograficzne). Główną częścią artykułu jest praktyczna prezentacja analizy sieci, którą zastosowano do zbadania mechanizmów współpracy naukowców stosujących podejście sieciowe w zagadnieniach organizacyjnych. Niezbędne dane przygotowano na podstawie dostępnych w Internecie informacji i rejestrów publikacji naukowych. Jako narzędzia użyto oprogramowania Pajek. Przeprowadzone rozważania pokazują duży zakres możliwości i korzyści ze stosowania analizy sieci we współczesnych badaniach organizacyjnych.

Słowa kluczowe: sieci społeczne, kontakty międzyorganizacyjne, współpraca, zespoły badawcze

1. Wstęp

Współczesną organizację wraz z jej otoczeniem można postrzegać jako złożoną sieć. Według A. Koźmińskiego rzeczywiste działania organizacyjne to swoiste „pulsowanie" aktywności wokół zdefiniowanych formalnie, sztywnych struktur i granic [Koźmiński 2004]. Wspólne działania budują dynamiczne powiązania i włączają różnorodne przepływy (np. informacji, wiedzy, energii, zasobów). Problemem zarządzania jest m.in. efektywne zorganizowanie i koordynacja tych działań, Przykładem może być aktywność dużego, „eksperckiego", wielozadaniowego, wielokulturowego, interdyscyplinarnego wirtualnego zespołu o zmiennym składzie. Złożone zadania są często niedookreślone, wymagają więc wstępnego zdefiniowania i dynamicznego redefiniowania w trakcie prowadzonych działań. Dodatkowo często są realizowane pod presją czasu i ograniczonych zasobów. Na złożoność problemów, przed którymi staje współczesna organizacja, nakłada się złożony charakter samych relacji społecznych. Aby je rozwiązywać, musimy umieć rozpoznać i zinterpretować obecny stan współpracującej sieci (np. znaczenie poszczególnych węzłów, charakter kluczowych relacji, rozkład istotnych zasobów) i dokonywać odpowiedniej rekonfiguracji, mody-

fikując strukturę sieci lub uruchamiając odpowiednie przepływy. Nawet ten bardzo ogólny obraz dużej, często wręcz globalnej organizacji, opartej na wiedzy, wystarcza, aby przynajmniej rozważyć zastosowanie prezentowanych metod.

Celem artykułu jest pokazanie zastosowania wybranych możliwości analizy sieci do zagadnień zarządzania współczesną organizacją (w rozumieniu zarysowanym powyżej). Dokonany przegląd literatury przedmiotu został wykorzystany do zarysowania problematyki współczesnych badań sieciowych oraz prezentacji metody analizy sieci. W przedstawionym studium przypadku przeprowadzono elementy analizy sieci współpracy wybranych badaczy stosujących podejście sieciowe w badaniach organizacyjnych. W kontekście typowej organizacji mogą to być np. zagadnienia współpracy interdyscyplinarnych, międzyorganizacyjnych zespołów zadaniowych lub funkcjonowanie jednostek badawczo-rozwojowych w ramach różnego rodzaju struktur gospodarczych. Uwzględniając aspekt gospodarczy, społeczny i technologiczny, artykuł sygnalizuje nowe możliwości badawcze i ma charakter eksploracyjny. Ze względu na wprowadzający charakter pokazane elementy analizy są fragmentaryczne i ilustracyjne, zatem nie są pełnym badaniem zaprezentowanego zagadnienia.

Artykuł rozpoczyna krótkie wprowadzenie do tematyki sieci złożonych i zastosowań w NOZ (naukach o zarządzaniu). Następnie naszkicowano podstawy SNA (*social network analysis*), zwracając szczególną uwagę na zagadnienia dotyczące NOZ. Przeprowadzone studium przypadku pokazuje zastosowanie analizy sieci do badania współpracy wybranych naukowców zajmujących się zastosowaniami SNA w NOZ. Analiza łączy prezentację wybranych badaczy i specyfiki dziedziny z przedstawieniem metody analizy sieci. Przedstawione fragmenty badania i sposób ich prezentacji nakierowano na pokazanie przydatności analizy sieci w zagadnieniach NOZ. W części końcowej wskazano pewne możliwości uzupełnienia i rozszerzenia zaprezentowanego badania.

2. Podejście sieciowe w badaniach organizacyjnych

Wprowadzenie do badań sieciowych. Szeroko i bardzo różnie rozumiane podejście sieciowe rozwija się intensywnie w wielu dyscyplinach nauki, tworząc narzędzia i metody umożliwiające jednolite podejście do wielu pozornie różnych, złożonych problemów. Powiązania z nadal burzliwie rozwijaną technologią Internetu powoduje, że podejście sieciowe staje się elementem codzienności [Barney 2008; Barabási 2012]. Jednym z elementów dynamizujących było też skutecznie zastosowane sieci nielosowych do analizy dynamiki Internetu i oparte na tym wizjonerstwo [Barabási 1999; 2007; 2012]. Powstają matematyczne modele sieciowe (algorytmy matematyki dyskretnej, statystyki, fizyki statystycznej), które stają się narzędziem badawczym w wielu dyscyplinach. Są one implementowane w dedykowanych do analiz sieci, intuicyjnych i elastycznych programach informatycznych, intensywnie rozwijanych przez grupy badaczy sieciowych. Naukowcy z różnych dyscyplin, stosujący modele sieciowe jako podstawowe narzędzie badawcze, zaczynają spe-

cjalizować się w określonych obszarach, rozwijając samą metodę lub szczególne rodzaje zastosowań. W ramach tak rozumianych badań sieciowych kształtują się pewne „specjalizacje" identyfikowane w literaturze głównie przez akronimy, np. CNA (*complex network analysis*); SNA (*social network analysis*); ONA (*organization network analysis*), BNA (*business network analysis*), a nawet DNA (*dynamic network analysis*). Podejście sieciowe rozwija się dynamicznie, a ze względu na wspólne metody, narzędzia, wzorce sieciowe – granice między aspektami sieciowości i badanymi obszarami są płynne, podane „klasyfikacje" zaś mają charakter raczej symboliczny. Ogólnie badania sieciowe mają w dużym stopniu charakter interdyscyplinarny, łącząc przedstawicieli różnych dyscyplin i specjalności.

Podejście sieciowe rozwija się intensywnie tam, gdzie mamy do czynienia ze „złożonością", którą można efektywnie opisać w modelu sieciowym. Wykorzystanie sieci w różnych dyscyplinach ma oczywiście swoistą, często złożoną specyfikę. Model sieciowy pozwala uwzględnić wielość, różnorodność i wzajemne sprzężenia w zależnościach pomiędzy elementami. Umożliwia opisanie dynamiki rozumianej jako zjawiska zachodzące w istniejącej sieci (przepływy), jak i zmianę struktury sieci w czasie (zanik lub powstanie nowych powiązań). Dostępne narzędzia informatyczne umożliwiające dynamiczne transformacje i wizualizację pozwalają przedstawić nawet bardzo złożone zależności w przejrzysty sposób. Implementują też algorytmy sieciowe niezbędne do przeprowadzenia efektywnych analiz na modelu sieciowym.

Obecnie w NOZ pojawia się wiele złożonych problemów, które można efektywnie modelować i badać metodami sieciowymi. Można do nich zaliczyć zjawiska w wielkiej skali, np. transformacja systemowa dużej korporacji czy nawet samo strategiczne zarządzanie taką korporacją, połączenia i przejęcia, współpraca w sieciach międzyorganizacyjnych, dynamika ekosystemów gospodarczych. Szczególnie intensywnie bada się zagadnienia sieci międzyorganizacyjnych i ogólnie dynamikę wielowymiarowych relacji organizacja – otoczenie, interpretowanych w wielkiej skali jako złożone ekosystemy [Iansiti, Levien 2004].

Używane w artykule takie sformułowania, jak podejście sieciowe, metoda sieciowa, dotyczą ogólnie metod badawczych bazujących na modelu sieciowym, natomiast pojęcie analiza sieci odnosi się do metody SNA. Prezentowana w artykule analiza sieci dotyczy właśnie wybranych aspektów sieci społecznych w organizacji, czyli podejścia klasyfikowanego jako SNA.

SNA w zagadnieniach organizacyjnych. Definicja SNA, którą przyjęto w artykule, jest następująca: Analiza sieci społecznych to paradygmat socjologii polegający na analizie struktury relacji społecznych, dostarczających zestawu metod i miar do identyfikacji, wizualizacji i analizy nieformalnych sieci społecznych wewnątrz i poza organizacją [Carrington, Scott 2010; Wasserman, Faust 1994].

SNA ma już w naukach społecznych ugruntowaną pozycję, co potwierdzają fundamentalne opracowania z szeroką bazą empiryczną [Carrington, Scott 2000; Was-

serman, Faust 1994; Carrington, Scott, Wasserman 2004]. Szeroki przegląd badań SNA w ramach dyscyplin NOZ przedstawiają Borgatti i Foster [2003]. Wiele interesujących zastosowań pokazuje, jak badanie SNA pozwala odkrywać, wyjaśniać i kształtować rzeczywisty przebieg współpracy w organizacji, czyli wspomaga zarządzanie organizacją nieformalną. Obszary w zarządzaniu, w których stosuje się analizę sieci, to np. ogólne zagadnienia współpracy w organizacji, tworzenie i funkcjonowanie zespołów, przewodzenie, uczenie się organizacyjne i zarządzanie wiedzą, innowacyjność, społeczne aspekty zmian organizacyjnych. Badane wymiary tworzonych modeli sieciowych to np. cechy komunikacji, poziom zaufania, przepływy wiedzy i energii [Borgatti, Cross, Parker 2000; 2002].

Rozwijana na gruncie nauk społecznych metoda SNA dostarcza ram teoretycznych i narzędzi do zbudowania przydatnego modelu sieciowego, przygotowania i przeprowadzenia badania oraz zinterpretowania otrzymanych wyników. Natomiast współczesny kontekst organizacyjny stwarza dla niej zupełnie nowe możliwości. Powszechność Internetu powoduje, że w organizacjach nowe technologie informatyczne są powszechnie wykorzystywane. Dzięki nim dysponujemy łatwo dostępnymi, „elementarnymi" danymi elektronicznymi (maile, bilingi rozmów telefonicznych, wpisy w kalendarzach, komunikatorach, narzędziach pracy grupowej), które po odpowiednich transformacjach mogą zasilać przygotowane modele sieciowe, obrazujące rzeczywisty przebieg współpracy w organizacji i umożliwiające bieżące sterowanie przebiegiem działań. Dojrzalsze organizacje dysponują ustandaryzowaną dokumentacją z przeprowadzanych przedsięwzięć, bazami wiedzy o ludziach i problemach, która także może stanowić cenny wkład do modeli sieciowych i analizy sieci [Borgatti i in. 2001]. Szybkość i łatwość pozyskiwania wiedzy mają tu kluczowe znaczenie ze względu na dynamikę badanej sytuacji. Jednak upraszczające założenia przy konstruowaniu modelu, często nie najlepsza jakość dostępnych danych i nieunikniona zmienność badanych zjawisk oraz ich wrażliwość na sam proces badania powodują, że pozyskana wiedza ma charakter przybliżony, lokalny i tymczasowy. Wiedzę tę „ujawnia" odpowiednio skonstruowany, zasilony danymi model sieciowy dzięki swojemu wizualnemu i ilościowemu charakterowi. Ze względu na wspomniane ograniczenia uzyskiwaną wiedzę należy więc traktować jako wstępne wskazanie do pogłębionej analizy zjawiska, często poprzez dopełnienie modelu sieciowego wiedzą z innych źródeł.

Jednak niezaprzeczalną korzyścią z przeprowadzenia analizy sieciowej jest szybkie uzyskanie obrazu rzeczywistego przebiegu współpracy w badanym obszarze. Często główną wartością przeprowadzanej analizy jest samo odkrycie i pokazanie skali wielowymiarowych więzi (lub ich braku) pomiędzy współpracującymi członkami organizacji. Mimo dużej dowolności w sposobie prowadzenia analizy sieci warto zauważyć, że w niektórych obszarach NOZ powstały już propozycje metodologiczne określenia ram wspólnego scenariusza dla tych badań [Hatala 2006].

3. Analiza sieci współpracy wybranych naukowców

Problem badawczy w kontekście NOZ. W przeprowadzonym badaniu przedstawiono elementy analizy sieci współpracy wybranych badaczy stosujących analizę sieci w NOZ. Z perspektywy zarządzania jest to grupa niezależnych, luźno powiązanych, interdyscyplinarnych specjalistów. Jej dynamika jest wynikiem złożonych relacji pomiędzy badaczami, np. wcześniejszych wspólnych działań, kontaktów osobistych, aktywności ośrodków, w których działają, preferowanych narzędzi informatycznych, łączenia kompetencji niezbędnych do analizy itp. Złożoność zagadnienia wydaje się więc wystarczająca, aby uzasadnić zastosowanie analizy sieci. Z perspektywy NOZ może to być grupa specjalistów, którzy tworzą „pulsującą" sieć współpracy (organizację nieformalną) wewnątrz organizacji, często poza formalnymi strukturami, oraz wokół organizacji, przekraczając słabo określone, zmienne granice pomiędzy współczesną organizacją a otoczeniem. Ocena efektów współpracy przez kierujących oraz uczestników działań jest istotnym czynnikiem kształtującym dynamikę sieci. Wielokrotnie podejmowana współpraca oprócz realizacji zadań buduje relacje kształtujące i nadające wartość samej sieci, np. wprowadza wspólny język i zrozumienie, wiedzę o swoich kompetencjach, buduje zaufanie, tworzy elastyczne wzorce współpracy. W badanej tutaj sieci brakuje co prawda formalnego zarządzania, lecz dokonany wybór danych (sieć współpracy jest kształtowana przez dwóch znaczących badaczy) pozwala spojrzeć na przedstawione studium przypadku z perspektywy zarządzania.

Model sieci i źródła danych. Analizę współpracy przeprowadzono na bazie informacji o badaczach na witrynach www, różnych zestawieniach, rejestrach oraz publikacji ich autorstwa znalezionych w Internecie. Przegląd literatury przedmiotu pozwolił wytypować dwóch naukowców, których aktywność w badanym obszarze wydaje się bardzo znacząca: Stevena Borgattiego (SB) i Roba Crossa (RC). Ich obszary zainteresowań i strategie organizowania sieci współpracy są istotnie różne i można przyjąć, że prezentują przypadki graniczne pewnego spektrum możliwości.

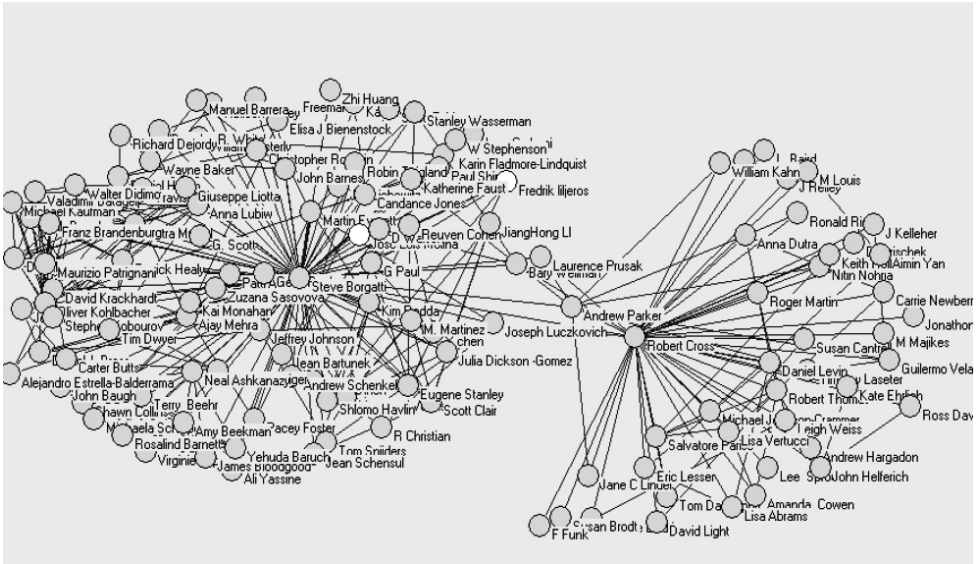
Obszar zainteresowań i aktywności naukowej SB obejmuje, oprócz analizy sieci w NOZ, metodykę badań sieci w naukach społecznych oraz narzędzia informatyczne i algorytmy sieciowe. Natomiast RC skupia się na analizie roli organizacji nieformalnej w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. Podejmuje szerokie badania z praktykami (menedżerami, konsultantami, niezależnymi badaczami), kształtując i stosując podejście sieciowe w praktyce zarządzania. SB jest głównym autorem programu UCINET [Borgatti, Everett, Freeman 2002], natomiast RC – jednym z autorów podstawowej książki, wprowadzającej do praktyki organizacyjnej elementy metodyki przejętej ze SNA [Cross, Parker 2004]. Obaj uczeni rozumieją więc potęgę sieci społecznych, co pozwalało przypuszczać, że tworzona przez nich sieć współpracy będzie interesującym obiektem badawczym. Analiza mogłaby np. ujawnić, czy budują swoje sieci współpracy zgodnie ze wskazaniami SNA, „ekonomicznie" zarządzając relacjami, tworzą odpowiednią różnorodność istotną dla dopływu nowych idei oraz

jakości powstających prac, zapewniają przepływ informacji pomiędzy ściśle współpracującymi grupami w swoich sieciach. Stworzenie badanej sieci na podstawie wyborów dwóch uczonych wprowadza pewien element zarządzania, który pozwala rozważać przedstawione wcześniej analogie organizacyjne. Obaj udostępniają listę swoich publikacji i jest też dostępny pełny indeks cytowań publikacji SB. Natomiast same artykuły są elementami pośredniczącymi. Posłużyły do zbudowania modelu sieci współpracy oraz do identyfikacji obszarów i problemów badawczych. Dlatego wykorzystywane w badaniu atrybuty artykułów ograniczono tylko do tytułu, roku wydania i liczby cytowań. Nie włączano do rozważań np. miejsca publikacji artykułu oraz przynależności badaczy do kolegiów redakcyjnych poszczególnych czasopism.

Kontynuując odniesienia do NOZ, można powiedzieć, że obiektem badania jest współpraca rozproszonego, wirtualnego zespołu interdyscyplinarnych specjalistów, rozwijających wykorzystanie sieciowości w NOZ, związanych z dwoma badaczami: SB i RC. W ramach różnych przedsięwzięć i instytucji tworzą dynamiczną sieć współpracy, gdzie dynamika jest rozumiana jako zmienne przepływy i ewolucja struktury sieci w czasie. Jednym z mierzalnych efektów tej współpracy i jednocześnie obserwowalnym śladem są wspólne publikacje. Są w pewnym sensie produktami tej sieci, a z drugiej strony źródłem jej dynamiki. Na tej podstawie zbudowano model sieci współpracy, wykorzystując stosowane w SNA podejście, w którym dane o przynależności i współuczestnictwie przekłada się na specyficzną relację (afiliacje) [Borgatti, Halgin 2010]. Węzłami w sieci są badacze, a jako ich atrybuty wybrano potencjalne elementy „bliskości", jak np. uczelnia, status naukowy, specjalizacja, kraj/miasto, przynależność do grup badawczych. Zgodnie ze SNA wpływają one na strukturę sieci współpracy oraz umożliwiają identyfikację ról sieciowych zapewniających spójność sieci.

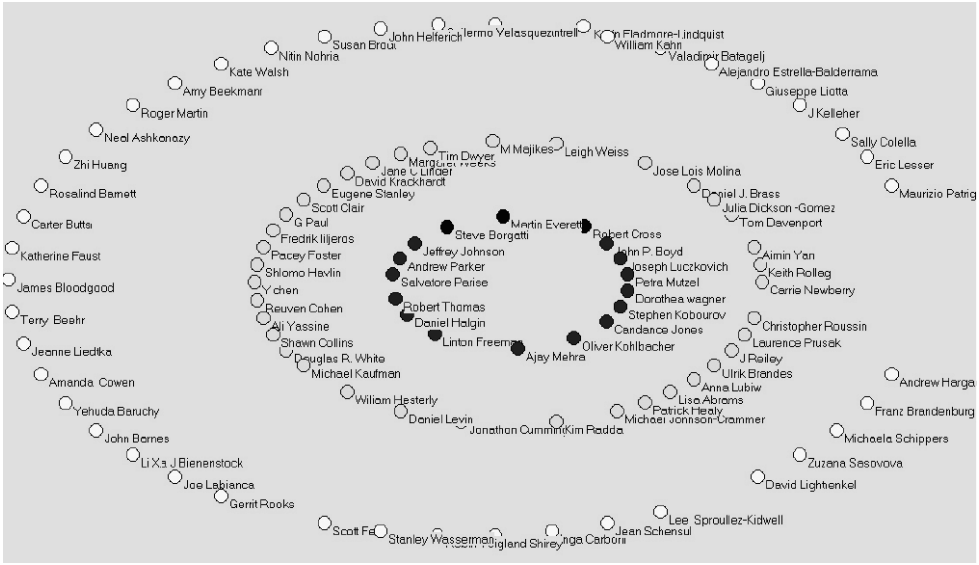
Przedstawione studium przypadku ma stanowić praktyczną ilustrację zastosowania analizy sieci w organizacji. Ilustracyjny charakter i założona zwięzłość powodują, że wiele istotnych elementów badania zostało pominiętych lub tylko zasygnalizowanych. Między innymi nie są już rozważane w szczegółach wspomniane wcześniej ograniczenia metody sieciowej, także uwagi techniczne dotyczące budowania i transformacji sieci zostały ograniczone do minimum pozwalającego na rozumienie prezentowanej analizy. Zamieszczone ilustracje mają charakter czysto poglądowy, pokazując możliwości wizualizacji uzyskiwanej wiedzy, prowadzona analiza zaś pokazuje, że wiedza o strukturze sieci uzyskana z badania modelu jest zgodna z informacjami spoza modelu, uzyskanymi na etapie przygotowania danych.

Natomiast z perspektywy metodologicznej przedstawione studium przypadku wykorzystuje ramy teoretyczne, metody i narzędzia SNA. Sformułowania sieć, model, model sieciowy są tu używane zamiennie, bez powodowania nieporozumień. Wszystkie zamieszczone w artykule rysunki wygenerowano na bazie zgromadzonych danych, przy użyciu programu Pajek.



Rys. 1. Pełny obraz wygenerowanej sieci współpracy

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Kręgi obrazujące intensywność współpracy

Źródło: opracowanie własne.

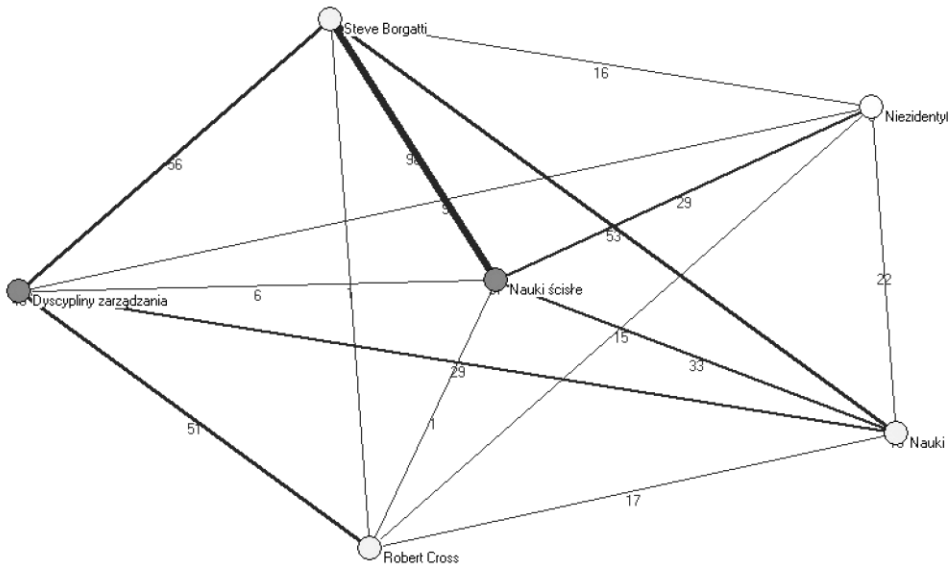
Dane wyjściowe do utworzenia sieci współpracy badaczy to sieć powiązań pomiędzy autorami i publikacjami z listy SB (134 publikacje) oraz RC (53 publikacje),

w tym uwzględniono 8 wspólnych artykułów. Powstały model sieci współpracy pomiędzy autorami jest dość gęsty (z dużą liczbą powiązań wielokrotnych), tworzymy bowiem powiązania pomiędzy wszystkimi autorami każdego artykułu. Rysunek 1 pokazuje, że nawet po zastosowaniu automatycznych algorytmów poprawiających wizualny rozkład węzłów obraz całości sieci nie jest przejrzysty. Widać jednak strukturę związaną z pierwotnym źródłem danych, wierzchołki SB i RC są wyraźnie centralne. Ze statystyk można odczytać, że ok. 50% współautorów artykułów obu badaczy spotkało się tylko raz, natomiast częstsza współpraca z SB czy RC dotyczy już wąskiej grupy. Możemy lepiej przedstawić tę aktywność w sieci współpracy, grupując uczestników według liczby artykułów pisanych z SB lub RC (zapamiętanych z powiązań pomiędzy artykułami i autorami), jak pokazano to na rys. 2.

Współpraca modelowana w ujęciu sieciowym. W tej analizie pokazano wybrane preferencje SB i RC dotyczące doboru współautorów. Po zebraniu danych o kompetencjach i zainteresowaniach badawczych poszczególnych uczestników sieci oraz tematyki uwzględnionych artykułów wydzielono trzy obszary specjalności: nauki matematyczno-przyrodnicze, nauki społeczne nie będące dyscyplinami NOZ oraz dyscypliny NOZ. W bazie uwzględniono 32 specjalności, które w analizie zostały połączone w trzy podane grupy. Zgodnie z oczekiwaniami badacze okazali się interdyscyplinarni, więc na podstawie specjalizacji i deklarowanych zainteresowań każdemu przydzielono specjalność podstawową i pomocniczą. Rysunek 3 przedstawia obraz aktywności w sieci współpracy stworzony na podstawie specjalności podstawowej. Widać, że współpracę z przedstawicielami nauk ścisłych zapewnia praktycznie całkowicie SB. Wydaje się, że decydującą rolę odgrywają tu jego potrzeby związane z rozwojem UCINET, odpowiednie wykształcenie (jego umowna pomocnicza specjalność to metody matematyczne w naukach społecznych) i cała droga rozwoju naukowego (widoczna w tytułach artykułów). W podobny sposób można pokazać, że znaczące kontakty RC ograniczają się tylko do USA, a część europejska kontaktów sieci (Niemcy, Anglia, Szwecja, Włochy) pochodzi od SB. Są to właśnie kontakty z przedstawicielami nauk ścisłych i przyrodniczych.

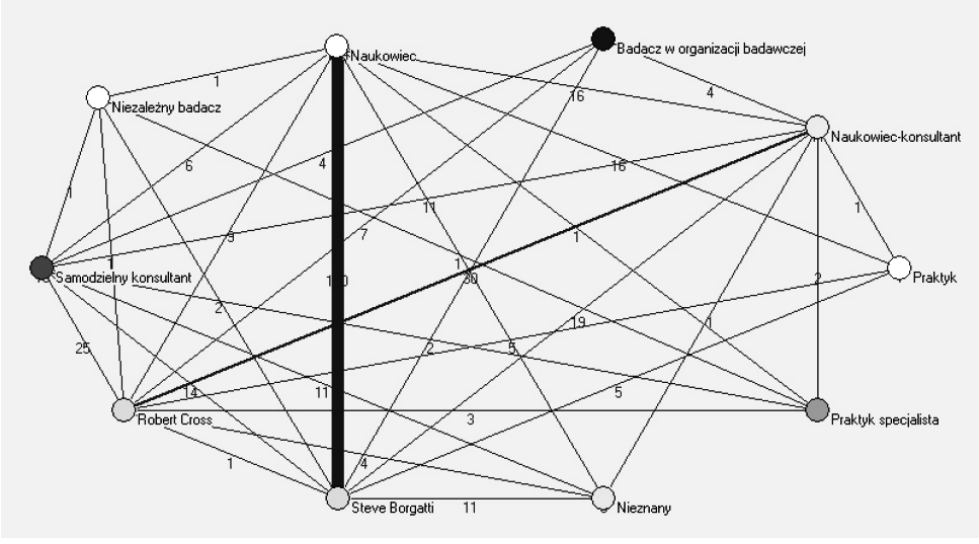
Inna perspektywa związana z atrybutami badaczy dotyczy typologii, którą nazwano rodzajem działalności badacza. Jeśli w informacjach o naukowcu była podkreślana działalność konsultingowa, klasyfikowano go jako naukowca konsultanta. Oprócz tego w sieci są konsultanci i badacze spoza środowiska naukowego pracujący w różnych instytucjach, samodzielni badacze oraz praktycy. Struktura współpracy przedstawiona na rys. 4 jest spójna z wcześniejszymi ustaleniami. SB współpracuje głównie z naukowcami, natomiast RC z naukowcami konsultantami i konsultantami. W ramach badanej sieci obaj odgrywają istotną rolę w budowaniu spójności i rozszerzaniu zasięgu.

Jak już wspomniano, w sieci tworzonej z afiliacji powstaje wiele formalnych połączeń. Chcąc lepiej identyfikować trwale współpracujące grupy, nie tylko uwzględnia się stopień wierzchołka, ale określa węzły o wysokim stopniu spójności (metody k-core, m-slices) [Batagelj, Mrvar 2005, s. 109]) Na rysunku 5 pokazano spójne



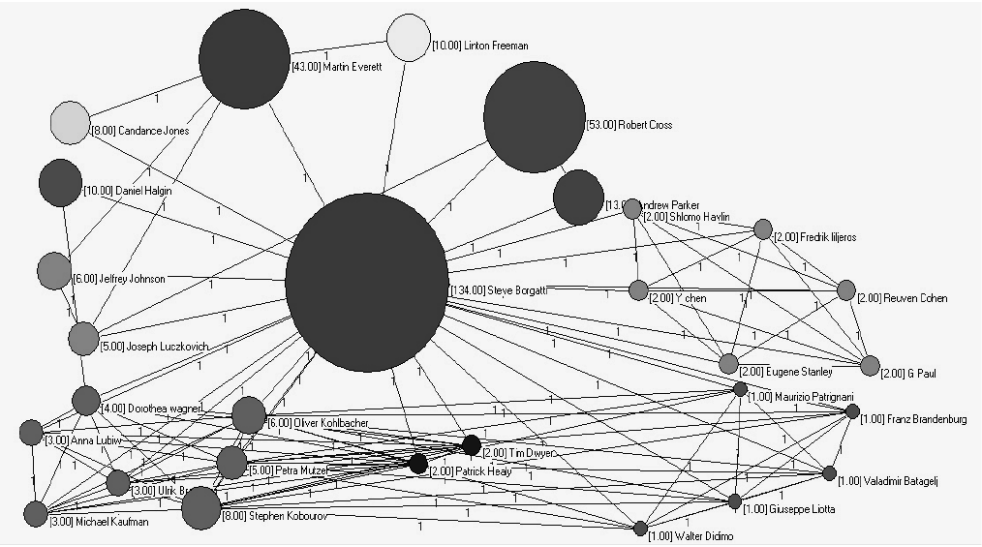
Rys. 3. Interdyscyplinarność współpracy

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Współpraca pomiędzy naukowcami i praktykami

Źródło: opracowanie własne.



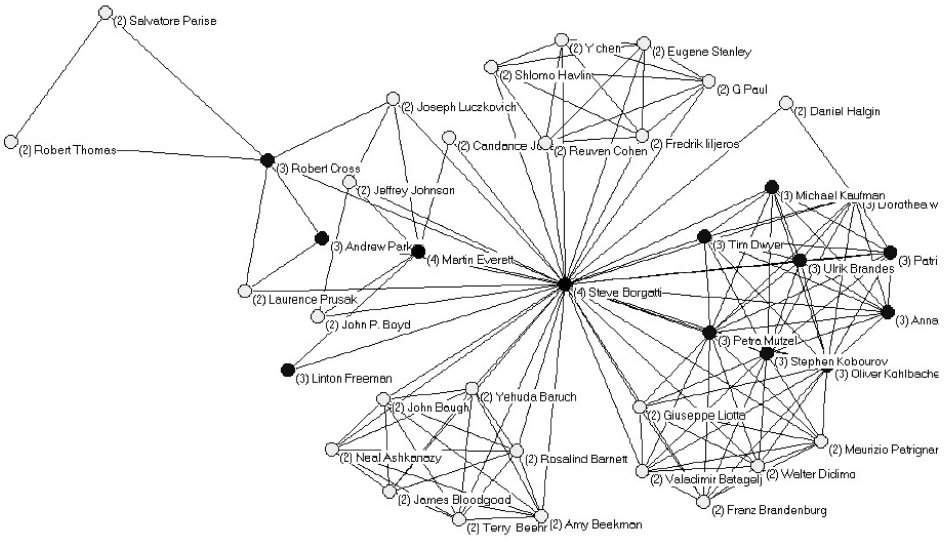
Rys. 5. Obrazowanie intensywności współpracy grup w sieci – metoda k-core

Źródło: opracowanie własne.

grupy połączeń pierwszą z metod z uwzględnieniem liczby napisanych z SB lub RC artykułów, zaznaczonej jako wielkość węzła.

Natomiast na rys. 6 pokazano spójne podgrupy, uwzględniając jako kryterium krotność połączeń. Ciemnym kolorem wyróżniono węzły o dużej krotności powiązań. Widać, że w wysokim stopniu obie perspektywy się pokrywają. Odnosząc wytypowane grupy do posiadanych danych, można weryfikować adekwatność modelu. Na przykład gęste grupy na obu rysunkach to trzy odrębne zespoły fizyków i informatyków, którzy przystępowali do 1-2 okazyjnych artykułów z SB. Duże koła i gęste powiązania występują pomiędzy S. Borgattim, M. Everettem i L. Freemanem, współautorami UCINET-u. Kolejne duże koła to RC i Andrew Parker, współpracujący intensywnie autorzy wspominanej już książki.

W sieci Stevena Borgattiego (SSB) przyjęto liczbę cytowań jako miarę wartości każdego artykułu i zbudowano model pokazujący, jak ta wartość rozkłada się na poszczególnych członków sieci i ich relacje. W danych z czerwca 2012 r. na liście publikacji SB były 134 pozycje, liczba artykułów napisanych samodzielnie wynosi 26, w tym 19 było przynajmniej raz cytowanych. W pisaniu artykułów brało udział 85 różnych autorów. Suma cytowań wynosiła 14 766, wartość samodzielnie napisanych artykułów 1865, więc średnia wartość publikacji samodzielnej SB wynosi 71,07, a jeśli uwzględnimy tylko cytowane pozycje, wyniesie 98,2. Natomiast przy artykułach wspólnych wartość rozdzielono proporcjonalnie pomiędzy wszystkich uczestników. Pozostała wartość 12 901 z artykułów wspólnych wniesiona przez SB wynosi 6970,5. Napisał 108 wspólnych artykułów, z których 29 nie było cytowa-



Rys. 6. Obrazowanie intensywności współpracy grup w sieci – metoda m-slices

Źródło: opracowanie własne.

nych, zatem średnia wynosi 64,5, a bez uwzględniania niecytowanych 88,2. Podsumowanie podstawowych danych ilościowych pokazuje tab. 1. Z 14 766 punktów z indeksu cytowań SB wypracował 8835,5, co stanowi 60%.

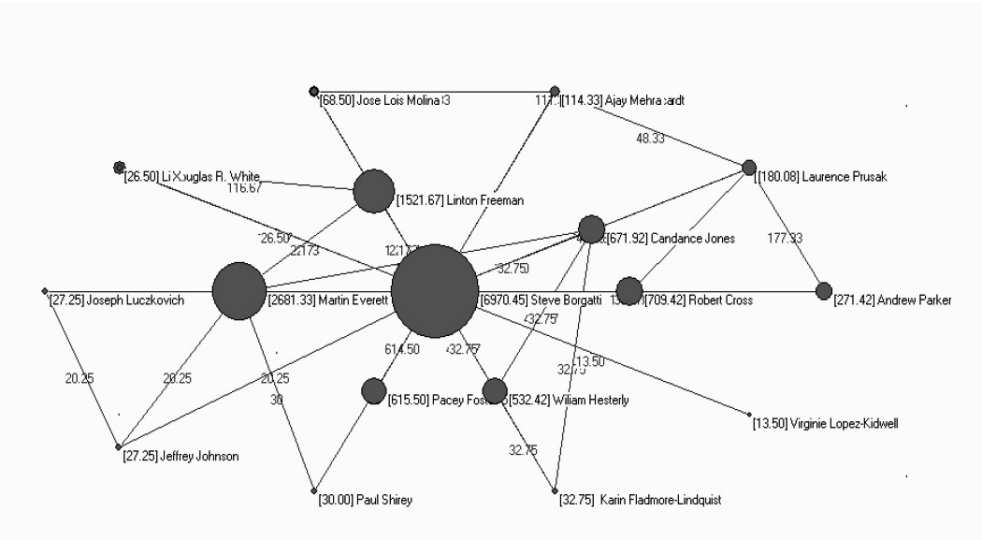
Tabela 1. Rozkład wartości w sieci współpracy SB

	Liczba artykułów		Procent cytowań	Średnia na artykuł	Średnia bez niecytowanych	Punkty razem	Procent całości
	ogółem	cytowanych					
S. Borgatti sam	26	19	73%	71,07	98,2	1865	13%
S. Borgatti z innymi	108	79	73%	64,5	88,2	6970,5	47%
Inni w SSB	108	79	73%	26	52,5	5930,5	40%

Źródło: opracowanie własne.

Można oczywiście kontynuować naliczanie i analizowanie kolejnych wskaźników, jednak całościowa interpretacja uzyskiwanych informacji będzie coraz trudniejsza.

Natomiast odpowiedni model sieciowy łączy informację ilościowo-jakościową, pokazując, jak rozkłada się wnoszona do sieci wartość i od kogo pochodzi, co pokazano na rys. 7. Wielkość poszczególnych węzłów odwzorowuje sumaryczny wkład badacza do wartości sieci, a liczby przy powiązaniach – wartość wnoszoną przez poszczególne relacje. W celu punktowej weryfikacji adekwatności modelu można



Rys. 7. Wartość wnoszona przez kluczowych uczestników sieci SB

Źródło: opracowanie własne.

na przykład prześledzić, w jaki sposób osoby, które nie pojawiły się na poprzednich rysunkach (czyli współpraca z SB nie była intensywna), mogły znaleźć się w sieci i wnieść stosunkowo dużą wartość do SSB. Na przykład L. Prusak, znany niezależny konsultant o dużym dorobku i mocnej pozycji w środowisku doradców biznesowych, współpracował przy znaczących artykułach pisanych z R. Crossem i A. Parkerem (podobieństwo L. Prusaka do RC). Z kolei D. White to niezależny badacz, uczony o bardzo szerokich zainteresowaniach i ogromnym dorobku, podobnie jak SB antropolog z wykształcenia, mający mocne podstawy matematyczne. Wkład wniosły dwa istotne artykuły techniczne związane z miarami sieciowymi w szczególnych typach sieci (podobieństwo D. White'a do SB). Podobnie jak w poprzednich analizach, można dalej weryfikować istotną obecność w sieci wartości kolejnych badaczy, jednak byłyby to już elementy szczegółowej analizy.

4. Podsumowanie wyników i wnioski

Uzyskany obraz badań SNA w NOZ. Różnorodne specjalności i zainteresowania naukowców, współpracujących zwłaszcza z SB, oraz analiza wybranych artykułów umożliwiły dość dokładne rozpoznanie obszaru zainteresowań badaczy. Potwierdziła się interdyscyplinarność nowoczesnego (wykorzystującego narzędzia informatyczne i dynamicznie rozwijającą się wiedzę o strukturach sieciowych) podejścia sieciowego i jego integrująca funkcja w środowisku naukowym.

Tak jak zakładano, wybrani naukowcy realizują pewne strategie budowania swoich sieci współpracy. Relacje nawiązywane przez SB, oprócz oczywistych kontaktów ze środowiskiem NOZ, wychodzą do matematyków, informatyków, sięgając do fizyków i przedstawicieli innych dziedzin naukowych (biologia, bioinformatyka).

Natomiast sieć kontaktów zbudowana przez RC umożliwia mu osiąganie znaczących dla teorii i praktyki wyników bez wychodzenia poza obszar NOZ. Zbudowane relacje, m.in. z SB, pozwalają rozszerzyć własne kompetencje i efektywnie wykorzystać aparat teoretyczny wypracowany przez SNA oraz narzędzia informatyczne. Obaj badacze (SB i RC) przez wzajemne relacje pełnią w opisywanej sieci funkcję łączników pomiędzy obszarem nauk ścisłych i przyrodniczych a obszarem zarządzania i biznesu. Jak widać z przeprowadzonej analizy, jest wiele możliwości uprawiania nauki w badanym obszarze.

Mimo że zaprezentowana analiza sieci współpracy ma charakter ilustracyjny, warto skomentować możliwości, jakie dałoby pełniejsze badanie.

Przyjęte założenia dotyczące wyboru danych spowodowały, że analizowano w zasadzie sieci indywidualne dwóch badaczy, poszerzone o relacje pomiędzy współautorami ich artykułów. Przy większej bazie artykułów, nie związanej z konkretnym badaczem, byłyby podstawy do badania topologii całej sieci i uzyskania nieobciążonej początkowym wyborem pełniejszej wiedzy o współpracy. Badanie o takim charakterze przeprowadzili J. Spiro i B. Uzzi [2005], korzystając z informacji o obsadzie aktorskiej filmów i badając potencjalne mechanizmy nawiązywania współpracy przez aktorów.

Narzędzia informatyczne wspierające podejście sieciowe intensywnie rozwijają mechanizmy prezentacji dynamiki w czasie. Na podstawie dat uwzględnionych artykułów można było zaprezentować dynamikę sieci współpracy i aktywności badaczy w czasie, np. w określonych obszarach badawczych lub pokazując wnoszoną wartość w czasie. Znanym przykładem analizy dynamiki dużej sieci społecznej jest badanie dynamiki sieci terrorystów przeprowadzone przez K. Carley [2005]. Ten obszar badawczy jest nawet osobno klasyfikowany jako DNA – *dynamic network analysis*. W kontekście organizacyjnym można byłoby zestawiać obserwowaną dynamikę wybranych zespołów w kontekście działań i zdarzeń zachodzących w organizacji, np. przed interwencją i po zaplanowanej interwencji.

Można było na indywidualną sieć współpracy badaczy nałożyć sieć współpracy pomiędzy dużymi ośrodkami badań sieciowych i analizować wpływ wzajemnych powiązań na struktury takich sieci. Ciekawym tematem byłaby identyfikacja i zbadanie funkcji sieciowych kluczowych członków sieci oraz ich znaczenia dla dynamiki sieci, tzn. tworzenia powiązań (rozszerzanie współpracy w ramach różnych grup badaczy czy różnych dyscyplin) czy przepływów (informacji, idei, „energii"). Narzędzia sieciowe mają zaimplementowane algorytmy do identyfikacji ról sieciowych i kluczowych węzłów (*key players*) [Batagelj, DeNooy, Mrvar 2005]. Niestety, dla zgromadzonych danych badania te byłyby znacznie zaburzone początkowym wyborem.

Możliwości wykorzystania SNA do badań organizacji. Przedstawione fragmenty analizy sieci i wspomniane wcześniej odniesienia do zagadnień organizacyjnych potwierdzają zalety zastosowań metody SNA w NOZ. Dzięki przedstawionemu studium przypadku pokazano możliwości elastycznego zamodelowania i wizualizacji badanych zależności, w różnych wymiarach i przekrojach. Warto zwrócić uwagę, że ze względu na złożoność i interdyscyplinarność zagadnień we współczesnej nauce wizualizacja jest już nie tylko pożądanym dodatkiem, lecz koniecznością [Frenkel, DePace 2012]. Między innymi dlatego szeroki wybór narzędzi informatycznych dedykowanych do metod sieciowych stanowi tak potężny stymulator tych badań. Wspólne narzędzia integrują też środowiska badaczy, ułatwiają pozyskiwanie danych, pozwalają przygotować niekiedy bardzo złożone algorytmy w języku sieci, coraz bardziej naturalnym i intuicyjnie zrozumiałym dla badaczy spoza nauk ścisłych.

Przy prezentacji analizy sieci sygnalizowano jej ograniczenia, lecz dotyczą one także innych metod. Natomiast nawet tak fragmentarycznie zaprezentowana analiza sieci pokazała, co można uzyskać metodą ilościowo-jakościową bazującą na modelach sieciowych i ugruntowanych ramach teoretycznych. Wsparty teorią model sieciowy może dawać wartościowe wyjaśnienia i prognozy nawet w zagadnieniach, w których występują bardzo złożone zależności. Dodatkowo elastyczne transformacje i możliwość „przełączania się" pomiędzy aspektem ilościowym (mierniki sieciowe) i jakościowym (wizualizacja) mogą być bardzo pomocne w kierowaniu procesem badawczym.

Jak wielokrotnie podkreślano, przedstawiona analiza sieci współpracy ma charakter eksploracyjny. Próba zastosowania metod, którymi posługują się badacze do analizy ich współpracy, okazała się ciekawa poznawczo i praktycznie. Związki między badanym zagadnieniem a wieloma ważnymi tematami w NOZ są na tyle uzasadnione, że już nawet na przedstawionej próbce pozwalają docenić zalety wykorzystania analizy sieci do badań w NOZ. W wielu wypadkach wysoki poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstw oraz ich otoczenia umożliwia stosunkowo łatwe pozyskiwanie dużej ilości różnorodnych danych. W połączeniu z niekiedy bardzo wyrafinowanymi algorytmami zaimplementowanymi w narzędziach wspierających analizę sieci tworzy to nową jakość tych badań. Zamiast pracochłonnego zbierania informacji deklaratywnych możemy mieć dostęp do bogatej i różnorodnej informacji będącej śladem rzeczywistych działań współpracujących osób. Wszechobecność i dynamika rozwoju technologii teleinformatycznych wskazuje, że szersze i trwałe umiejscowienie analizy sieci jako jednej z ważnych metod badawczych w NOZ wydaje się tylko kwestią czasu.

Literatura

Barabási A., *Emergence of scaling in random networks*, "Science" 1999, vol. 286, s. 509-512.

Barabási A., *The architecture of complexity: From network structure to human dynamics*, "Control Systems Magazine" 2007 (August).

Barabási A., *The network takeover*, "Nature Physics" 2012, vol. 8 (January).

Barney D., *Społeczeństwo sieci*, Sic!, Warszawa 2008.

Batagelj V., Mrvar A. (2012), *Pajek – Program for Analysis and Visualization of Large Networks Reference Manualations*, http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/doc/pajekman.pdf [data pobrania: 9.09.2012].

Batagelj V., De Nooy W., Mrvar A., *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press, New York 2005.

Borgatti S., Foster P., *The network paradigm in organizational research: A review and typology*, "Journal of Management" 2003, vol. 29, no. 6, s. 991-1013.

Borgatti S., Cross R., Parker A., Prusak L., *Knowing what we know: Supporting knowledge creation and sharing in social networks*, "Organizational Dynamics" 2001, vol. 30, no. 2, s. 100-120.

Borgatti S., Cross R.L., Parker A., *A birds-eye view: Using social network analysis to improve knowledge creation and sharing*, "Knowledge Directions" 2000, vol. 2, no. 1, s. 48-61.

Borgatti S., Everett M., Freeman L., (2002), *Ucinet 6 for Windows*, http://www.analytictech.com/ucinet/ucinet.htm [data pobrania: 04.09.2012].

Borgatti S., Halgin D., *Analyzing affiliation networks*, [w:] Carrington, P. and Scott, J. (eds), *The Sage Handbook of Social Network Analysis*, Sage Publications, London 2010.

Carley K. (2005), *Dynamic Network Analysis for Counter-Terrorism*, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12083&page=169 [data pobrania: wrzesień 2012].

Carrington P., Scott J., Wasserman S., *Models and Methods for Social Network Analysis*, Cambridge University Press, New York 2004.

Cross R., Parker A., *The Hidden Power of Social Networks: Understanding how work really gets done in organizations*, Harvard Business Press Books, Boston (Mass.) 2004.

Frenkel A., DePace A., *Visual Strategies. A Practical Guide to Graphics for Scientists and Engineers*, Yale University Press, New Haven 2012.

Hatala J., *Social Network Analysis in human resource development: A new methodology*, "Human Resource Development Review" 2006, vol. 5, no. 1 (March), s. 45-71.

Iansiti M., Levien R., *The Keystone Advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability*, Harvard Business School Press, Boston (Mass.) 2004.

Koźmiński A., *Zarządzanie w warunkach niepewności. Podręcznik dla zaawansowanych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.

Spiro J., Uzzi B., *Collaboration and creativity: The small world problem*, "American Journal of Sociology" 2005, vol. 111, no. 2 (September), s. 447-504.

Wasserman S., Faust K., *Social Network Analysis: Methods and applications*, Cambridge University Press, Cambridge, ENG and New York 1994.

NETWORK ANALYSIS AS A TOOL SUPPORTING THE ANALYSIS OF TEAM COLLABORATION

Summary: The purpose of this exploratory study is to make an introduction to social network analysis for organizational research. Key research area, important subjects and basic information about selected researchers using social network analysis for organizational problems was described. In the main part an example of the benefits of social network analysis is presented through an examination of the structure network of collaboration among scientists working in this area. Necessary information about scientists and their articles was collected from different Internet sources. A popular social network analysis software, Pajek program, was used as an analytic tool. As this example demonstrates, the techniques and methods used in social network analysis are powerful and efficient in organizational research.

Keywords: social networks, affiliation, collaboration, research team.