

PRACE NAUKOWE

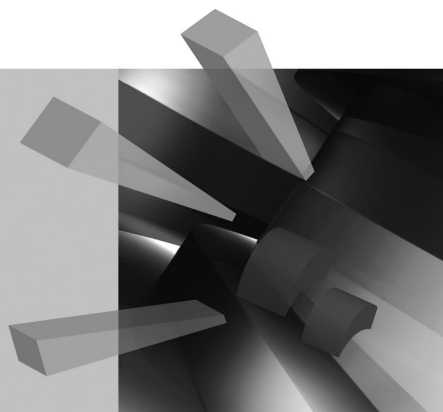
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

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 jakiegokolwiek 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 międzyorganiza- cyjne	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 Staniszevska-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 com- position 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 deter- minants.....	134

Summary

Ewa Stańczyk-Hugiet: Evolutionism, emergence and interfirm relationships	17
Edyta Ropuszyńska-Surma, Magdalena Węglarz: Problems of coopera- tion network management – experience of energy cluster	28
Anna Adamus-Matuszyńska: The use of SNA analyzing partnerships in pu- blic 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 Staniszevska-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

Katarzyna Staniszevska-Kipińska

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

MODELOWANIE SIECIOWE JAKO METODA ROZWIĄZYWANIA ZŁOŻONYCH PROBLEMÓW PRODUKCYJNYCH

Streszczenie: We współczesnym zarządzaniu krytyczne problemy występujące przy realizacji złożonych procesów technologicznych w procesach produkcyjnych często rozwiązują się, wykorzystując sformalizowane, zalgorytmizowane („twarde”) metody. Są one najczęściej kosztowne, proces dochodzenia do rozwiązania jest długotrwały i mocno obciąża organizację, więc decyzja o ich użyciu jest decyzją strategiczną. W artykule pokazano, że przed podjęciem takiej decyzji warto spróbować analizy sieciowej problemu i związanego z nim kontekstu organizacyjnego. Uzyskana w ten sposób wiedza, bez zbytniego obciążania organizacji, może całkowicie zmienić podejście do problemu i uchronić ją przed zaangażowaniem się w trudny i często nieefektywny projekt.

Słowa kluczowe: analiza sieci, six sigma, proces technologiczny, proces produkcyjny

1. Wstęp

Ze względu na coraz większą złożoność procesów technologicznych we współczesnych organizacjach, ogromną konkurencję, masowość i tempo produkcji, potrzebny jest rozwój metod, które szybko i efektywnie usuną pojawiające się problemy. W złożonych problemach produkcyjnych mamy do czynienia z sytuacją, w której oczekiwania w stosunku do sposobu działania idealnej metody są sprzeczne. Jeśli bowiem działam z gwarancją niezawodności (jeśli uruchomię metodę, dobrze zdefiniuję cele i będę konsekwentny w realizowaniu kolejnych kroków, to sukces jest prawie pewny), przewidywalnie (wiem, za ile, w jakim czasie i przy jakim zaangażowaniu), to raczej nie szybko i efektywnie.

Brak wytworzonych standardów organizacyjnych radzenia sobie ze złożonymi problemami technologicznymi i ogromna presja w razie pojawienia się problemów krytycznych powodują, że organizacje stosunkowo szybko decydują się na skorzystanie ze sformalizowanych, algorytmicznych metod rozwiązywania problemów dających praktyczną gwarancję sukcesu. Często decyzje o uruchomieniu ogromnych projektów diagnostyczno-naprawczych są podejmowane na podstawie dość

powierzchnowych przesłanek, jak np. długi czas utrzymywania się problemu czy liczba prób jego rozwiązania. Poddaje się organizację uciążliwej, kosztownej, długotrwałej procedurze, która daje uzasadnioną nadzieję na usunięcie problemu, skalfikowanego jako krytyczny i trudny.

Nie kwestionując przydatności wzorców zebranych w metodykach projektowych, nikt chyba nie wierzy, że rygorystyczne przestrzeganie rozbudowanej metodyki projektowej jest kluczowym czynnikiem powodzenia projektu. Wręcz przeciwnie, powstają metodyki, które opierają się na elastycznym wykorzystaniu bieżącej sytuacji projektowej, starając się zminimalizować narzut projektowy. Natomiast przy specjalizowanych algorytmach rozwiązywania problemów w procesach technologicznych taka wiara jest bardzo powszechna. W pewnym sensie jest ona uzasadniona, ponieważ odpowiednio zdefiniowane projekty rzeczywiście kończą się sukcesem, a sposób realizacji jest kontrolowany. Przy bardziej krytycznej ocenie – z jednej strony działa mechanizm obrony inwestycji i słuszności podjętych działań oraz budowanie reputacji metody z drugiej.

Metody tego typu są sformalizowane, wyposażone w szczegółowe, rozbudowane algorytmy postępowania w każdej fazie. Ogromna dokumentacja wzbudza respekt i poczucie bezpieczeństwa. Oczywiście jest, że do jej poprowadzenia wymagany jest wysoko wykwalifikowany specjalista. Zachowanie reputacji jest nieodłącznym, niejawnym celem każdego projektu. Metoda musi być postrzegana jako skuteczna, więc stawia wysokie wymagania (np. czas, koszty, zaangażowanie). Ponoszone koszty są często analizowane w kontekście ogromnych strat, jakie ponosi firma, co ułatwia podjęcie decyzji o jej zastosowaniu. Uruchamiany jest więc projekt, którego uczestnicy są zobowiązani do użycia algorytmu, w zasadzie bez możliwości jego zakwestionowania. Prowadzący projekt stara się zapewnić sobie sukces, możliwie najlepiej wykorzystując zabezpieczone przez metodę czas i pieniądze. Zlecający nie może odmówić, aby nie odebrać sobie gwarancji sukcesu. Sam problem jest ściśle zdefiniowany, najczęściej jako specyficzny defekt w procesie technologicznym, i na niego nakierowuje się całą analizę, zawężając kontekst organizacyjny zagadnienia. Dlatego przed rozpoczęciem takiego przedsięwzięcia warto się upewnić, czy jest ono konieczne. Okazuje się, że w takich sytuacjach może być pomocne skorzystanie z podejścia sieciowego.

2. Metoda six sigma jako typowy przykład algorytmicznej metody rozwiązywania problemów

Jako przykład metody formalnego typu wybrano metodę six sigma, ponieważ dobrze reprezentuje pewien charakterystyczny, w organizacjach o dużej skali, sposób podejścia do rozwiązywania krytycznych problemów napotykanym przy wykorzystywaniu złożonych technologii. Omówienie niuansów algorytmów six sigma nie jest celem niniejszej pracy, ważne jest pokazanie jej kluczowych wymagań, które świadczą, jak ogromnym przedsięwzięciem jest dla organizacji jej zastosowanie.

Sześć sigma (ang. *Six Sigma*) jest to metoda zarządzania jakością, wprowadzona w firmie Motorola w połowie lat 80. przez Boba Galvina oraz Billa Smitha. Za to osiągnięcie w 1988 r. Motorola otrzymała Amerykańską Nagrodę Jakości im. M. Baldridge'a [Internet 1]. Obecnie metoda six sigma (lub jej pochodne) używana jest w wielu koncernach na całym świecie. Priorytet numer jeden to klient i jego potrzeby. Sama koncepcja six sigma bazuje na danych i statystycznych narzędziach ich analizy, wykorzystywanych w ten sposób, aby systematycznie poprawiać procesy oraz utrzymywać osiągnięte już rezultaty. Ocena ewolucji procesu opiera się na porównaniu estymat wartości średniej i wariancji z parametrami narzuconymi wymaganą specyfikacją procesu albo jego celami [Picard i in. 2002].

Metoda sześć sigma opiera się na zarządzaniu poprzez kolejną realizację współzależnych od siebie projektów, których przeprowadzenie można opisać w postaci następujących faz (kroków):

- 1) faza definicji (*define*);
- 2) faza walidacji systemu pomiarowego (*measure*);
- 3) faza analizy procesu (*analyze*);
- 4) faza poprawy procesu (*improve*);
- 5) faza walidacji osiągniętych wyników (*control*).

W fazie definicji wybierane są projekty, które będą usprawniane. Precyzuje się to na poziomie potrzeb biznesu, a wybór opiera się na założeniach strategicznych oraz potrzebach klienta. Następnie następuje wybór i walidacja systemu pomiarowego, który charakteryzuje proces i którego projekt będzie dotyczył. Na zachodzących niemal w koincydencji (w praktyce wykonywane są ich kolejne iteracje) etapach analizy i poprawy wszystkie parametry zmienne wchodzące w skład wybranych procesów są identyfikowane, badany jest wpływ wartości tych zmiennych na parametry wyjściowe procesu, a ostatecznie parametry kluczowe (biorąc pod uwagę wiedzę o procesie) ulegają modyfikacji w celu stabilizacji statystycznych zależności pomiędzy czynnikami wchodzącymi do procesu i wychodzącymi z procesu. Pozwala to na jego optymalizację. W fazie kontroli potwierdza się osiągnięte rezultaty poprzez badanie stabilności procesu oraz ustala kluczowe parametry zmienne wchodzące do procesu, które powinny być stale mierzone i kontrolowane celem utrzymania pożądaných rezultatów w dłuższym okresie [Picard i in. 2002].

Jedną z kluczowych dyrektyw metody jest możliwie szybkie odcięcie się od kontekstu organizacyjnego i skupienie się na problemie. Oznacza to najczęściej zdefiniowanie mierzalnych zmiennych, między którymi zależności należy zbadać w różnych konfiguracjach, korzystając z zapewnianych przez metodę algorytmicznych scenariuszy prowadzących do wyboru odpowiednich metod statystycznych. Zdarzają się sytuacje, że po długiej fazie przygotowawczej (*define*) proces rozwiązywania problemu nie zostaje uruchomiony, ponieważ organizacja nie jest w stanie spełnić stawianych przez metodę wymagań – nie jest w stanie „unieść ciężaru metody” lub nie udało się wpisać problemu w jej algorytm. Jednak po zaaprobowaniu i wstępnym rozpoznaniu problemu w fazach *define* i *measure* (trwających razem

8,5 tygodnia [Picard i in. 2002]) możemy liczyć na dużą skuteczność w tym sensie, że bardzo rzadko cel zdefiniowany w ramach metodyki nie zostaje osiągnięty (choć jego realizacja może trwać jeszcze do 36 tygodni). Nie musi to jednak oznaczać, że problem został trwale rozwiązany.

3. Wykorzystane elementy podejścia sieciowego

Z jednej strony zagadnienie sieciowości procesów jest bardzo szerokie, a z drugiej nie warto doszukiwać się w nim, przynajmniej obecnie, sformalizowanych, zalgotrytmizowanych (w sensie procedury postępowania) metod. Sformułowanie *podejście sieciowe* odnosi się do wielu metod będących na różnym poziomie formalizacji. Wspólna cecha to wykorzystanie do prowadzonych analiz modelu sieciowego, uwzględniającego różnorodne, wielopoziomowe, współzależne oddziaływania pomiędzy obiektami w modelowanym obszarze. Do lepszego zrozumienia złożonych zagadnień o takim właśnie charakterze zależności model taki jest wręcz pożądanym.

W artykule wykorzystamy dwie metody bazujące na modelu sieciowym. Jedną jest metoda myślenia sieciowego – narzędzie stosowane do analizy złożonych problemów w formie zaproponowanej przez Gomeza, Probstę i Ulricha (GPU). W uproszczeniu można powiedzieć, że jest to odmiana podejścia systemowego z uwypukleniem elementów sieciowych (złożone zależności, sprzężenia, nacisk na możliwości kierowania). Modelowane są czynniki (w razie potrzeby grupuje się je w podsystemy) mające wpływ na problem, a zależności między nimi przedstawia się jako sieć powiązań. Metoda ta pozwala lepiej zrozumieć rolę czynników mających wpływ na analizowane zagadnienie, określić zależności między nimi oraz ich względną siłę. Umożliwia szeroką analizę czynników wpływających na badany problem, chroniąc nas przed pułapkami myślenia liniowego, deterministycznego czy budowaniem prostych sekwencji przyczynowo-skutkowych. Schemat metody w wersji GPU sprowadza się do realizacji sześciu kroków:

1. Ustalenie celów i modelowanie sytuacji problemowej.
2. Analiza oddziaływań.
3. Ujęcie i interpretacja możliwości zmian sytuacji.
4. Objaśnienie możliwości kierowania.
5. Planowanie strategii i działań.
6. Wprowadzenie rozwiązania problemu w życie.

Metoda jest opisana na poziomie wyodrębnienia faz z pewnymi wskazówkami co do sposobu ich realizacji, co zapewnia ogólność i elastyczność. Nie ma tu szczegółowej algorytmizacji postępowania, mówiącej np., jak krok po kroku budować model sieciowy dla badanego problemu. Pozostawia to dużą swobodę w zakresie wyboru czynników i powiązań, ale także niesie ryzyko zbudowania nieadekwatnego modelu.

Drugi wykorzystywany w artykule obszar metod sieciowych, znany w literaturze anglojęzycznej jako *social network analysis* (SNA), porusza zagadnienia sys-

temów organizacyjnych [Cross, Parker 2004]. W tym rozumieniu pojęcia sieciowości za pomocą modelowania sieci można zbadać rzeczywistą sekwencję działań w przedsiębiorstwie, które często przebiegają zupełnie inaczej niż wymagają tego ramy formalne organizacji. Wiele badań [Cross i in. 2001] pokazuje, że już proste zwizualizowanie i porównanie kilku sieci zależności między kluczowymi dla przebiegu współpracy osobami może dostarczyć informacji pozwalającej na znaczące poprawienie tej współpracy. Siłą takiego podejścia jest możliwość zastosowania narzędzi informatycznych do transformacji zamodelowanych sieci i ich wieloaspektowej wizualizacji. Połączenie różnorodnych transformacji z elastyczną wizualizacją okazuje się bardzo mocnym narzędziem analitycznym. Metody sieciowe mają charakter interdyscyplinarny w co najmniej dwóch znaczeniach. Sięgają do metod ścisłych – matematyki, informatyki i fizyki statystycznej, ale też są silnie zakorzenione w socjologii.

4. Metoda six sigma z perspektywy analizy sieciowej

Jako podsumowanie części wprowadzającej warto spojrzeć na metodę six sigma z perspektywy dyrektyw stosowanych w modelowaniu sieciowym. Pozwoli to wnioskować, czy zastosowanie metody six sigma do rozwiązywania problemów organizacji jest w zgodzie z zasadami postulowanym przez metodę myślenia sieciowego w wersji GPU. Zadanie to zostanie wykonane drogą porównania etapów tych metod. Pierwsza faza myślenia sieciowego jest związana z ustalaniem celów i modelowaniem sytuacji problemowej. Na tym etapie są ważne dwie składowe: jasno ustalony, realny cel i dobrze sparametryzowane środowisko. Według autorów metody są one kluczowe dla rozwiązania problemów [Probst, Gomez 1995]. Obraz ten stanowi punkt wyjścia do dyskusji. Przy modelowaniu sytuacji problemowej istotne jest ustalenie tych czynników, które należałoby zmienić, aby poprawić proces. Może to być jeden parametr, kilka zmiennych lub zespół czynników wzajemnie ze sobą powiązanych. Dąży się do wyodrębnienia zmiennych najistotniejszych, których korekta przyniesie największą poprawę. Autorzy tej metody zalecają, aby każdy brany pod uwagę czynnik rozważyć z różnych perspektyw i aby ustalić zarówno parametry, które mają wpływ na proces, jak też wielkości, na które on sam wpływa [Probst, Gomez 1995]. W efekcie powstaje wykaz czynników wchodzących z procesem w zależność. Zmiany w sytuacji problemu pociągają za sobą konieczność korekty celu. Konieczne jest więc podjęcie działań, nazywanych modelowaniem sytuacji problemowej.

Druga z rozpatrywanych metod w pierwszym kroku również koncentruje się na jasno ustalonym celu, z tą jednak różnicą, że nie jest analizowane środowisko i w konsekwencji na tym etapie nie są brane pod uwagę również relacje i powiązania czynników. Innymi słowy, modelowanie sytuacji problemowej ogranicza się do bardzo jasno sprecyzowanego celu projektu six-sigmowego.

Druga faza analizy struktury sieci nosi nazwę analizy wzajemnych oddziaływań. Ponieważ sytuacja problemowa ma charakter dynamiczny i podlega ciągłej zmianie, trzeba bardzo uważnie ją analizować, uwzględniając nie tylko zmienne powiązania między elementami systemu, ale także to, jak poszczególne elementy wzajemnie na siebie wpływają. Zaleca się przeprowadzenie analizy wzajemnych oddziaływań w trzech dziedzinach: rodzaju oddziaływań, ich intensywności oraz czasu oddziaływania. Rodzaj oddziaływania skupia się na analizie zależności między poszczególnymi czynnikami. Ta analiza dostarcza informacji dotyczącej tendencji rozwoju sieci (wzrost, kurczenie się, stabilizacja). Wynik analiz powinien być jasno sformułowany i zrozumiały. Jeśli pojawią się jakieś wątpliwości, to należy ponownie je przedyskutować ze względu na prawdopodobieństwo, że w trakcie modelowania sytuacji problemowej został popełniony jakiś błąd. W swojej pracy [Probst, Gomez 1989] autorzy twierdzą, że „lepiej jeszcze raz przemyśleć i skorygować sprawę niż pracować dalej na modelu, który może się później okazać fałszywy”.

Intensywność oddziaływań rozpatruje się w dwóch aspektach, jakościowym i ilościowym. Na tym etapie należy określić, jaką rolę odgrywają poszczególne elementy wchodzące w skład sytuacji problemowej [Probst, Gomez 1989]. Wszystkie czynniki można podzielić na cztery grupy: aktywne, pasywne, krytyczne i leniwe. Czynniki aktywne bardzo silnie wpływają na inne elementy, same nie podlegają wpływom. Czynniki pasywne w małym stopniu oddziałują na inne, same jednak podlegają silnym wpływom. Czynniki krytyczne silnie wpływają na inne elementy, lecz równocześnie same podlegają silnym wpływom. Czynniki leniwe słabo oddziałują na inne elementy, natomiast same podlegają jedynie słabemu wpływowi innych czynników [Gomez, Probst 1987].

Oddziaływania czasowe to takie oddziaływanie pomiędzy elementami, które wyczerpuje się po upływie mierzalnego czasu. Drugi etap omawianej metody kończy się na oszacowaniu czasu takiego oddziaływania. Analiza czasu wzajemnego oddziaływania daje możliwość ingerencji w to oddziaływanie poprzez jego wydłużenie lub skrócenie. Pozwala też na wybranie właściwego momentu na interwencję. Analizując problem, postępując zgodnie z algorytmem six-sigmowym, w drugim kroku uwagę należy skierować na analizę i walidację systemu pomiarowego. Jak widać, w fazie *measure* nadal kładzie się nacisk na zdefiniowany cel i jego cechy ilościowe. Na tym etapie następuje pierwsza analiza środowiska, ogranicza się ona jednak tylko do zdefiniowania wszystkich czynników, lecz w dalszym ciągu pomija się relacje występujące pomiędzy czynnikami. Dopiero na kolejnym etapie (analizy) następuje badanie czynników i ich relacji, z tą jednak różnicą, że bierze się pod uwagę tylko relacje, dla których istnieje prawdopodobieństwo oddziaływania na badany problem. Jest zatem bardzo trudno znaleźć pośredni wpływ na badane zagadnienie.

Na etapie ujęcia i interpretacji możliwości zmian sytuacji należy określić, czym różni się jutro od dnia dzisiejszego [Gomez, Probst 1987]. Powinno się tutaj zdefiniować ramy systemu i opisać możliwości jego zachowania z uwzględnieniem tego zachowania w przyszłości, co określane jest jako scenariusz. Ponieważ przy rozwa-

zaniu przyszłości informacje o stanie systemu obarczone są niejaką niepewnością, należy liczyć się z możliwością wystąpienia nieprzewidzianych sytuacji. Dlatego podejście sieciowe wymaga oparcia się w działaniu na kilku możliwych scenariuszach. Najprościej rozpatrzyć dwie wersje scenariuszy – optymistyczną i pesymistyczną. Wskazane jest też rozpatrzenie scenariusza najbardziej prawdopodobnego [Gomez, Probst 1987]. Jednym słowem, omawiana faza polega na opisie i interpretacji możliwych zmian za pomocą scenariuszy. W obrębie tego etapu trudno znaleźć jakikolwiek odpowiednik metody six sigma.

Kolejny etap to objaśnienie możliwości kierowania zmianą. Po określeniu kierunku i spodziewanej dynamiki rozwoju sieci należy rozpatrzyć, które z czynników wchodzących w skład procesu można kontrolować w dogodny sposób. Na tym etapie czynniki można podzielić na 5 analizowanych oddzielnie grup: czynniki kierowalne, niekierowalne, indyktorowe (wskaźniki wczesnego ostrzegania), sprzężenie zwrotne, sprzężenie wyprzedzające (przedsprzężenie) [Probst, Gomez 1989]. Do czynników kierowalnych zalicza się te elementy lub stosunki sytuacji problemowej, na które można wpłynąć. Na przykład kompetencje osoby podejmującej decyzje pozwalają bezpośrednio kształtować większość elementów i stosunków. Zupełnie inny charakter mają czynniki niekierowalne, na które wpływ decydenta jest minimalny. Z kolei indykatory są parametrami monitorującymi zmiany w systemie [Probst, Gomez 1989]. Mogą one przyjmować w modelu sieciowym postać wskaźników wczesnego ostrzegania, jeżeli z wyprzedzeniem zasygnalizują istotne zmiany zachodzące w sytuacji problemowej. Ich funkcja pozwala wyeliminować zagrożenie wystąpieniem zjawisk niepożądanych. Ostatnie dwie grupy czynników odzwierciedlają wzajemne relacje pomiędzy układami elementów i wpływów osadzonych w sytuacji problemowej.

Po wyselekcjonowaniu grupy czynników, na które wpływ można wywierać, tych, które zmienić jest bardzo trudno, i określeniu parametrów wskaźnikowych, należy ująć je w postać modelu kierowniczego. Faza ta nosi nazwę planowania strategii i działań. Uwzględniając wcześniej dokonany podział czynników na aktywne, pasywne, krytyczne i leniwe, przypisuje się im atrybuty kierowalności, niekierowalności lub indyktorowe. Dzięki temu można przewidzieć skuteczność ingerencji w poszczególne czynniki. Na przykład ingerencja w parametr oddziałujący, który jest aktywny i kierowalny równocześnie, będzie cechowała się wysokim prawdopodobieństwem skutecznego oddziaływania na system. Z kolei jeśli czynnik oddziałujący jest jednocześnie krytyczny i kierowalny, ingerencja w niego wywołać może reakcję łańcuchową w całym systemie. Na przeciwnym biegunie z punktu widzenia użyteczności znajdują się czynniki, które są jednocześnie pasywne lub leniwe i kierowalne – ingerencja w nie może spowodować niespodziewaną reakcję systemu lub brak reakcji. W efekcie faza planowania strategii i działań pozwala ustalić parametry, za pomocą których można ingerować w sytuację problemową. Odpowiednia modyfikacja tych parametrów powinna pozwolić na rozwiązanie problemu.

Kolejne etapy w podejściu sieciowym uzależnione są od rzeczywistej specyfiki procesu i może się okazać, że nie ma jedynej skutecznej strategii postępowania. Ulrich i Probst proponują, aby dalsze postępowanie uzależnić od obecności strategii alternatywnych, rzetelnie je ocenić, podjąć decyzję o wyborze strategii do realizacji, a następnie opracować projekt i działania do realizacji tej strategii [Probst, Gomez 1989]. Autorzy proponują, by w kolejnych etapach określić podstawowe możliwości działania, środki i nakład czasu do wykorzystania na potrzeby projektu, dopasowanie strategii do ram scenariuszy oraz ewentualną konieczność opracowania strategii kryzysowej i które strategię można ze sobą łączyć. Następnie następuje wybór, które ze strategii spełniających wskazane kryteria przedsiębiorstwo jest w stanie zrealizować, biorąc pod uwagę szacowany poziom niepewności. Na tym etapie ważne jest stwierdzenie możliwości wydzielenia ze strategii osobnych, realizujących ją projektów oraz działań niezbędnych do wdrożenia tych projektów. Wybrane ostatecznie działania powinny pasować do systemu [Probst, Gomez 1989]. Te dwa kroki to odpowiednik six-sigmowej fazy *improve*, przy czym istnieje pewna różnica między tymi metodami. Oczywiście w ramach six sigma w pierwszej kolejności koncentracja następuje na samych czynnikach, a nie na ich wzajemnych oddziaływaniach.

Ostatnia faza myślenia sieciowego to etap realizacji wszystkich zaplanowanych działań. Powinna się ona zakończyć rozwiązaniem problemu. Na tym etapie należy opracować system informacyjny, pozwalający na ingerencję w proces i jego samokontrolę, mając na celu jak największą automatyzację działań [Probst, Gomez 1989]. Według Gomeza i Probsta kluczowe dla powodzenia w tej fazie są: zdolność do naprawy problemów na bieżąco, zdolność do rozwoju (dopasowania się do nowych sytuacji problemowych) oraz wczesne ostrzeżenie o rodzących się problemach [Probst, Gomez 1989]. Na tym etapie nie ma większych różnic między porównywanymi metodami.

5. Zakres i sposób przeprowadzenia badań

W artykule pokazujemy, jak w praktyce można wykorzystać podejście sieciowe do lepszego zrozumienia problemu przed rozpoczęciem procesu rozwiązywania go metodami bardziej zalgorytmizowanymi. Rozważania z użyciem takich metod realizuje się zwykle jako mocno sformalizowany i szeroko dokumentowany projekt. Aby metoda była skuteczna, wymaga zapewnienia wystarczająco długiego czasu oraz innych zasobów. Odpowiedzialny za właściwą implementację metodyki jest konsultant zewnętrzny lub wewnętrzny specjalista certyfikowany z zakresu implementowania tej metody. Takie uwarunkowania powodują, że w efekcie, oprócz rozwiązania problemu, otrzymujemy bardzo bogaty i kompletny z punktu widzenia wymagań metody opis działań prowadzących do rozwiązania problemu, który można wykorzystać w badaniach.

Jako materiał wykorzystaliśmy trzy specjalnie wybrane, dobrze udokumentowane, zakończone sukcesem projekty six sigma. Wykorzystując naszą wiedzę o kon-

tekście organizacyjnym powstałych problemów, zebraną w fazie *define* (będącą jednak poza zakresem zainteresowania algorytmów six sigma), można było pokazać prawdopodobny scenariusz z wykorzystaniem podejścia sieciowego. Użyto sieci do zbadania podstawowych wymiarów współpracy osób kluczowych w obszarze badanego problemu. Wyniki wykazują przyczyny strukturalne, które z dużym prawdopodobieństwem były pierwotnym źródłem problemów usuwanych w ramach podejścia six sigma. W pierwszym przypadku przyczyn tych nawet nie zauważono, w drugim zostały one „mimowolnie” zdiagnozowane, lecz pominięte jako będące poza zakresem projektu. Znajomość dalszej historii badanych firm pozwoliła dodatkowo uwiażygodnić przedstawiane przez nas hipotetyczne scenariusze i konkluzję dotyczącą przydatności podejścia sieciowego.

Projekt 1 – Produkcja elementów spawanych

Pierwszy z wybranych do prezentacji projektów realizowano w polskim zakładzie produkującym prowadnice do siedzeń samochodów osobowych znanej niemieckiej marki. Główny problem dotyczył kolizji pomiędzy dwoma profilami prowadnic. Elementy te są wykonane z metalu w technologii spawania laserowego z pewną dokładnością i, aby można było połączyć ze sobą dwa elementy („męski” i „żeński”), muszą być one wzajemnie dopasowane. Niedopasowanie elementów w procesie technologicznym nazywane jest ich kolizją. Kolizja pojawiała się głównie na dwóch typach prowadnic, poziom ich napraw wynosił 100%. Celem projektu było:

- znalezienie wyjściowej przyczyny błędu procesu produkcyjnego, doprowadzającego w efekcie do kolizji;
- ustalenie wartości zmiennych stabilizujących proces;
- wdrożenie poprawek w procesie produkcyjnym celem redukcji odsetka napraw (ze 100 do 5%).

Szacowane oszczędności prezentowanego projektu six sigma sięgały 180 tys. euro.

Główną przyczyną okazało się używanie niewłaściwych narzędzi do wykrawania stali. Używano narzędzia uniwersalnego, gdy tymczasem przy wysokiej twardości stali, z której były wykrawane profile, wymagane było użycie narzędzia dedykowanego do pracy ze stalą tej twardości. Wskutek tego wymiary profili nie były tak stabilne, jak wymagał tego proces. Podczas projektu udowodniono też, że spawanie laserowe nie miało znacznego wpływu na wymiary profili prowadnic, jak wcześniej powszechnie uważano. Cel projektu został osiągnięty.

W czwartym etapie projektu (poprawa) okazało się, że istnieje konflikt między dwoma zespołami odpowiedzialnymi za produkt. Konflikt był na tyle duży, że zespół projektantów zlokalizowany we Francji kwestionował prezentowane wyniki analiz zespołu inżynierów z Polski. Prowadząc projekt, można było ograniczyć się jedynie do zaproszenia zespołu francuskiego do współpracy i wykonania wspólnie z oboma zespołami testów niezbędnych do wykonania projektu. Nastąpiła chwilowa poprawa współpracy między tymi zespołami.

Tymczasem, prowadząc projekt za pomocą sieci, już w pierwszym etapie jest konieczna analiza środowiska sytuacji problemowej i wyodrębnienie czynników potencjalnie istotnych. Przy zastosowaniu tej metody pominięcie zespołu z Francji byłoby niemożliwe. Parametry niezwykle istotne dla kształtu sieci komunikacyjnej obejmują przepływ wiedzy i informacji między współpracującymi zespołami. Parametry te można zdefiniować jako zorganizowane konferencje, warsztaty czy szkolenia, dotyczące organizacji procesu produkcyjnego dla danego produktu.

W rozpatrywanym przypadku struktura sieci pozwoliła na stwierdzenie, że krytyczny był zbyt słaby przepływ informacji dotyczących niuansów technologicznych między zakładem francuskim a polskim. Na tej podstawie, zestawiając różnice między ustawieniami procesu w obu fabrykach, można było znaleźć bezpośrednią przyczynę kolizji.

W rozpatrywanym projekcie problem zdefiniowany poprzez metodologię six-sigmową jest *de facto* pochodną problemów z przepływem informacji i dyfuzją wiedzy.

Projekt 2 – Zanieczyszczenie środowiska i rosnące koszty wynikające z nieoptymalnego wykorzystania nowego systemu lakierniczego

Projekt był związany z nadmiernym, niekontrolowanym zużyciem wody w dużym, zagranicznym zakładzie lakierniczym, wykonującym zlecenia dla koncernów samochodowych. Rosnące zużycie powodowało zanieczyszczenie środowiska grożące przekroczeniem norm ustawowych (ekologia i groźba kar finansowych) i trudny do oszacowania przyrost kosztów zużycia wody.

Projekt określony był przez klienta jako trudny, ponieważ kilka innych prób naprawy procesu zakończyło się niepowodzeniem. Zaobserwowano bardzo dużą różnicę pomiędzy ilością wody, która była konieczna do wykorzystania w procesie, a tym, co było w założeniach leżących u podstaw podejmowania decyzji o zakupie nowego systemu. Dostawca, który dostarczał produkt do niezbędnego w łańcuchu technologicznym procesie katalforezy, także potwierdzał, że **nie ma potrzeby** takiego zużycia wody. Celem projektu była redukcja pobieranej przez proces wody z poziomu 43 m³ do 0 m³ tygodniowo. Oszczędności z tego tytułu były szacowane na ~1000 tys. euro rocznie.

W trakcie projektu rozpoznano, że przyczyną takiej sytuacji okazały się: **zły bilans wody w procesie** oraz zbyt duża liczba systemów oczyszczających materiał lakierowany. Po korekcie systemu oczyszczania oraz wyrównaniu ciśnień wody w zbiornikach cel projektu został osiągnięty.

W niniejszym projekcie najtrudniejsze było określenie czynników, które potencjalnie miały wpływ na badany problem. Pomocna okazała się analiza rodzajów i skutków błędów (*failure mode and effects analysis* – FMEA), dzięki której określono z dużym prawdopodobieństwem czynniki, na których należało się skoncentrować i w efekcie osiągnięto zamierzone rezultaty.

Analiza tego samego zagadnienia za pomocą podejścia sieciowego wymagałaby skonstruowania bardzo rozległej struktury sieciowej (duża liczba potencjalnych

czynników sprawczych – duża liczba węzłów w sieci). Dodatkowo należałoby określić siłę oddziaływania elementów sieci na siebie, co z uwagi na zaawansowany proces technologiczny byłoby trudne. Ponieważ okazało się, że rzeczywisty problem miał czysto technologiczną przyczynę, użycie metody six-sigmowej jest uzasadnione i nie ma podstaw do przypuszczenia, że analiza sieciowa zwiększyłaby jej wydajność.

Projekt 3 – Problem defektów produkcyjnych wypełnień do siedzeń samochodowych

Kolejny omawiany projekt dotyczył strat z tytułu produkcji dużego odsetka elementów z defektami w zakładzie produkującym polimerowe wypełnienia do siedzeń samochodów osobowych dużego międzynarodowego koncernu z branży *automotive*. Wypełnienia te mają postać pianki, w której w czasie formowania kształtu tworzyły się bąble, a w czasie wyjmowania z formy dochodziło do rozerwań. Generowało to duży procent odrzutów z linii produkcyjnej oraz koszt naprawy (w wypadku defektów dających się usunąć), które były jednym z głównych powodów nierentowności zakładu. Roczne straty tylko z jednej linii produkcyjnej (w zakładzie funkcjonują 3 linie produkcyjne dla różnych siedzeń, pracujące w jednym czasie) wynosiły 100 tys. euro rocznie. Dodatkowo istniało duże prawdopodobieństwo zwiększenia restrykcji na produkt otrzymywany przez klienta. Jeśliby to nastąpiło, szacowano, że straty będą siedmiokrotnie większe. Celem projektu była redukcja odrzutów **o połowę oraz redukcja napraw o 20%**.

Projekt okazał się bardzo złożony, ponieważ wiele parametrów procesu mogących mieć wpływ na wyniki było ze sobą skorelowanych **i większość bardzo zależnych od ludzi**. Należało brać pod uwagę m.in. stan techniczny form produkcyjnych, temperaturę, **w której przeprowadzano polimeryzację**, skład chemiczny półproduktu, sposób czyszczenia i ułożenia form, projekt form czy algorytm wyjmowania gotowej pianki z formy. W efekcie osiągnięcie celu projektu było bardzo trudne i trwało ponad pół roku, wymagając w tym czasie sporych nakładów finansowych. Na dodatek projekt nie zakończył się pełnym powodzeniem – zostało spełnionych ok. 80% założeń.

W trakcie prowadzenia projektu było bardzo wiele problemów dotyczących egzekwowania zdefiniowanych zadań **oraz terminowości**. **Mimo że** zespół był zaangażowany, często występowały opóźnienia. Po zamknięciu projektu również nastąpiło **znaczne pogorszenie wyników, czego powodem** było niezastosowanie się do nowo wyznaczonych zasad.

W rozpatrywanym przypadku poza czynnikami „twardymi” na uzyskane wyniki duży wpływ wywierały także czynniki „miękkie”, związane z motywacją pracowników i bezpośrednio z zarządzaniem organizacją pracy i zasobami ludzkimi. W zamkniętym systemie produkcyjnym procesy te łatwo sparametryzować, a więc utworzenie sieci powiązań nie jest trudne. Analiza takiej sieci wykazuje, że decydujący wpływ na trudności z uzyskaniem, a następnie utrzymaniem wyników, miał problem egzekwowania od pracowników produkcyjnych przestrzegania nowych procedur

oraz niejasne rozdzielanie odpowiedzialności wśród pracowników średniego szczebla i kadry zarządzającej. Odpowiednia modyfikacja modelu sieci i jego wdrożenie pozwalają na długotrwałe rozwiązywanie opisywanego problemu.

6. Wyniki

Porównanie metody six sigma i myślenia sieciowego dla każdego z trzech projektów przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Porównanie metody six sigma i myślenia sieciowego dla każdego z trzech projektów

PROJEKT		Six sigma	Myślenie sieciowe
1	czynniki	150	200 (150+50)*
	– potencjalnie znaczące	20	2 (0+2)
	– krytyczne	5	2 (0+2)
	czas trwania [miesiące]	5	1
	ryzyko	wysokie	zerowe
2	czynniki	280	300 (280+20)
	– potencjalnie znaczące	100	120 (100+20)
	– krytyczne	2	?
	czas trwania [miesiące]	4	?
	ryzyko	niskie	pewne
3	czynniki	160	185 (160+25)
	– potencjalnie znaczące	40	43 (40+3)
	– krytyczne	12	15 (12+3)
	czas trwania [miesiące]	8	3
	ryzyko	średnie	niskie

Uwagi: Dla czynników sieci wyszczególniono czynniki techniczne i miękkie (*). W przypadkach oznaczonych jako „?” dalsza analiza za pomocą sieci okazała się bardzo skomplikowana i nieefektywna.

Podano liczbę czynników procesu, czynniki o potencjalnym znaczeniu (które poddane zostały analizie) oraz liczbę czynników kluczowych, mających wpływ na problem. Ryzyko określa szacowane prawdopodobieństwo pojawienia się ponownie tego typu problemu w przyszłości.

7. Dyskusja i wnioski

Do analiz przedstawionych w niniejszej pracy wybrano takie przypadki, w których realizacja celu projektu six sigma nie była rozwiązaniem problemu, lecz tylko usunięciem jednego z jego dokuczliwych przejawów. Na takim tle i jednocześnie z pewnej perspektywy, jaką daje analiza *post factum*, pokazano wartość myślenia

sieciowego. Podejście sieciowe nie tylko bazuje na innych narzędziach, korzysta też z innych przesłanek niż „twarde” metody zarządzania oparte na miarach matematycznych. Powyżej zaprezentowano 3 odrębne projekty realizowane w różnych warunkach produkcyjnych według metodologii six sigma.

Okazuje się, że części problemów, z którymi nie radzą sobie narzędzia tej metody, można z powodzeniem unikać, stosując analizę sieci. Szczególnie w obszarach związanych z przepływem informacji wewnątrz przedsiębiorstwa oraz organizacją wewnętrzną (personalną) procesu produkcyjnego podejście sieciowe wnosi nowe, istotne informacje. W dwóch z trzech prezentowanych projektów pozwoliło to na osiągnięcie wymiernych rezultatów. W projekcie numer trzy podejście sieciowe nie pozwala wprawdzie na samodzielne rozwiązanie problemu (udaje się to za pomocą metod six sigma), lecz umożliwia taką modyfikację zarządzania procesem produkcyjnym, która pozwoli na długoterminowe utrzymanie pożądaných rezultatów. Z kolei zastosowanie sieci w projekcie pierwszym okazuje się całkowicie wystarczające, ponieważ pozwala znaleźć przyczynę nieprawidłowości bez potrzeby poszukiwania jej za pomocą ścisłych narzędzi od podstaw. Jedyne przypadki, w których podejście sieciowe nie okazało się pomocne w rozwiązaniu problemu, był projektem *stricte* technicznym, opartym na dużej liczbie zmiennych parametrów.

Chociaż w każdym z trzech przypadków wyniki można było uzyskać bez posłużenia się modelem sieci, to jednak w tej metodzie nieocenione są możliwości elastycznego przetwarzania i wizualizacji danych, a także oparcia się na zweryfikowanych założeniach teoretycznych, dotyczących tworzenia się, charakteru i znaczenia poszczególnych więzi. Dlatego wspomaganie rozwiązywania problemów w procesach produkcyjnych metodami analizy sieciowej wydaje się uzasadnione.

Oczywiście niniejsza praca nie ma na celu krytyki metody six sigma, lecz stanowi sugestie zastosowania dodatkowych działań, aby decyzja o jej użyciu mogła być lepiej przemyślana.

Literatura

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

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

Internet 1: http://pl.wikipedia.org/wiki/Sze%C5%9B%C4%87_sigma.

Picard D., Page D., Kierstead M., Page B., *The Black Belt Memory Jogger – A pocket guide for six sigma success*, SSA, Salem 2002.

Probst G., Gomez P., *Die Praxis des Ganzheitlichen Problemlösens. Vernetzt Denken, Unternehmerisch handeln, Persönlich überzeugen*, Paul Haupt Verlag, Bem-Stuttgart-Wien 1995.

Probst G., Gomez P., *Vernetztes Denken: Ganzheitliches Führen in der Praxis*, Gabler, Wiesbaden 1989.

Gomez P., Probst G., *Vernetztes Denken im Management*, Paul Haupt Verlag, Bern 1987.

NETWORK MODELING AS A METHOD OF SOLVING COMPLEX PRODUCTION PROBLEMS

Summary: The critical problems occurring in the implementation of complex technological processes on the production processes are often solved by using formalized (“hard”) analytical methods. They are often expensive and investigation to solve a problem takes a long time. The decision to use them is a strategic. This article shows that, before taking such a decision, it is possible to use a complex network analysis to find a right reason of the problem in more efficient way.

Keywords: complex network analysis, six sigma, technological process, production process.