

Oryginalny artykuł naukowy
Original Article

Data wpływu/Received: 30.05.2017

Data recenzji/Accepted: 10.06.2017/25.07.2017

Data publikacji/Published: 29.09.2017

Źródła finansowania publikacji: środki własne Autorów

Authors' Contribution:

- (A) Study Design (projekt badania)
- (B) Data Collection (zbieranie danych)
- (C) Statistical Analysis (analiza statystyczna)
- (D) Data Interpretation (interpretacja danych)
- (E) Manuscript Preparation (redagowanie opracowania)
- (F) Literature Search (badania literaturowe)

DOI: 10.5604/01.3001.0010.6498

mgr inż. Kamil Czajka^{EF}

Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Zarządzania

dr inż. Marek Dudek^D

Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Zarządzania

**NEGOCJACJE ALOKACJI ZASOBÓW W PROCESIE
ORGANIZACJI STRUKTURY SYSTEMU WYTWARZANIA
W WARUNKACH ROZPROSZENIA ZASOBÓW**

**NEGOTIATIONS OF RESOURCE ALLOCATION IN
THE PROCESS OF ORGANIZATION MANUFACTURING
SYSTEM STRUCTURE UNDER CONDITION
OF DISTRIBUTED RESOURCES**

Streszczenie: Opracowanie koncentruje się na problemie alokacji zasobów w procesie kształtowania rozproszonej struktury sieciowego systemu wytwarzania. Celem opracowania jest przedstawienie propozycji protokołów negocjacyjnych mających zastosowanie w procesie organizacji sieciowego systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów. Protokoły negocjacyjne umożliwiają przeprowadzenie negocjacji alokacji zasobów według odgórnie zdefiniowanych założeń.

Słowa kluczowe: negocjacje alokacji zasobów, protokół negocjacyjny, sieciowy system wytwarzania, rozproszenie zasobów, holoniczny system wytwarzania

Abstract: This paper focuses on the problem of resources allocation in the process of shaping distributed structure of network manufacturing system. The aim of this paper is to show the proposal of the negotiation protocols, which are applicable in the process of organization network manufacturing system under condition of distributed resources. Negotiations protocols enable to negotiate the resources allocation according to the predefined assumptions.

Keywords: negotiations of resource allocation, negotiation protocol, network manufacturing system, distributed resources, holonic manufacturing system

Wstęp

Współczesne wytwarzanie nie jest już wyłącznie procesem realizowanym przy wykorzystaniu zasobów zgromadzonych fizycznie w jednej lokalizacji geograficznej¹. Szczególnym przypadkiem warunków realizacji wytwarzania jest sieć powiązań, w której proces ten wymaga zaangażowania zasobów pochodzących z różnych systemów wytwarzania. W tym przypadku, gdy realizacja zlecenia produkcyjnego wymaga zaangażowania zasobów znajdujących się w różnych systemach, mamy do czynienia z rozproszeniem zasobów wytwórczych². Oferowany w efekcie integracji zasobów rozproszonych wyrób jest wypadkową różnego rodzaju powiązań i relacji określonych przez koordynację sieciową. Koordynacja sieciowa związana jest z przyjęciem przez sieć powiązań określonej formy uporządkowania, którą należy traktować jako formę zorganizowania sieci³. Formę uporządkowania sieci zasobów wyraża struktura systemu, ponieważ systemem jest zbiór elementów o określonej strukturze. Adekwatną strukturą systemu wytwarzania do koordynacji

¹ Potwierdzają to najnowsze badania, między innymi: J.S. Srari, M. Kumara, G. Grahamb, W. Phillipsc, J. Tooze, S. Forda, P. Beechera, B. Rajf, M. Gregorya, M. Tiwarig, B. Ravih, A. Neelya, R. Shankari, F. Charnleye, A. Tiwarie (*Distributed manufacturing: scope, challenges and opportunities*, ("International Journal of Production Research" 2016, Vol. 54, No. 23, s. 6917-6935).

² M. Dudek, *Organizacja rozproszonych zasobów produkcyjnych w sieci*, [w:] R. Borowiecki, A. Jaki (red.), *Dylematy współczesnych przedsiębiorstw w procesie restrukturyzacji. Dywersyfikacja – integracja – rozwój*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2011, s. 391-403.

³ A. Grandori, G. Soda, *Inter-Firm Networks: Antecedents, Mechanisms and Forums*, "Organization Studies" 1995, Vol. 16, No. 2, s. 183-214.

sieci powiązań kooperacyjnych zasobów rozproszonych jest struktura sieciowego systemu wytwarzania (ang. *Network Manufacturing System*)⁴, która ma charakter struktury rozproszonej⁵. Problem koordynacji sieci powiązań związany jest zatem z procesem organizacji sieciowego systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów, którego istotnym etapem są negocjacje alokacji zasobów.

1. Proces organizacji systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów

Sieciowy system wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów należy traktować jako wirtualną i dynamiczną jednostkę, która reprezentowana jest przez logiczną i tymczasową strukturę sieci powiązań kooperacyjnych pomiędzy jego elementami. Zorganizowanie systemu zapewnia strukturyzację i konfigurację sieci powiązań kooperacyjnych oraz kierowalność siecią, wynikającą z koordynacji współdziałania elementów sieci⁶. Organizacja systemu jest pojęciem korespondującym z pojęciem struktury, a zorganizowany system to wyodrębniony z otoczenia zbiór elementów o określonej strukturze. Przyjmując perspektywę sieciową⁷, która wykracza poza komponenty, relacje i granice systemu⁸, strukturę systemu stanowi uporządkowanie elementów określone poprzez sieć powiązań strukturalnych między tymi elementami. Struktura ta projektowana jest w oparciu o wybrane podejście do organizacji systemu wytwarzania, które określa charakter relacji między jego elementami, a system jest obiektem postrzeganym przez obserwatora w danym momencie czasu w kontekście uporządkowanej sieci powiązań w wyodrębnionym z otoczenia zbiorze elementów. Właściwym podejściem do organizacji sieciowego systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów jest podejście holoniczne⁹.

Bazujący na przyjętych założeniach proces organizacji systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów, który zgodnie z ujęciem czynnościowym organizacji ma na celu wniesienie pewnego uporządkowania w zbiór zasobów rozproszonych, składa się z następujących etapów:

⁴ K. Czajka, *Essentials of organizing network manufacturing system in the environment of distributed resources*, [in:] A. Jaki, T. Rojek (eds.), *Managing organizations in changing environment: models – concepts – mechanisms*, Foundation of the Cracow University of Economics, Kraków 2014, s. 181-190.

⁵ K. Czajka, *Forma struktury wytwórczej w kontekście koncepcji zorganizowania systemu wytwarzania klasy światowej*, [w:] M. Dudek, H. Howaniec, D. Sala, W. Waszkielewicz (red.), *Inżynieria produkcji: problemy jakości i zarządzania produkcją*, Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej, Białsko-Biała 2013, s. 119-134.

⁶ W. Czakon, *Sieci w zarządzaniu strategicznym*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2012, s. 26.

⁷ A. Piekarczyk, K. Ziemińczyk, *Myślenie sieciowe w teorii i praktyce*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 46.

⁸ Ch. Karlsson, M. Skold, *The manufacturing extraprise: an emerging production network paradigm*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2007, Vol. 18, No. 8, s. 912-932.

⁹ K. Czajka, *Essentials of organizing...*, s. 181-190.

- dobór zasobów, którego celem jest wyodrębnienie z bazy zasobów rozproszonych podzbioru zasobów, które będą brały udział w procesie negocjacji alokacji zasobów, czyli przypisania możliwości ich wykorzystania w realizacji zintegrowanego procesu wytwarzania oraz zdefiniowanie na tej podstawie holonów;
- negocjacje i alokacja zasobów; celem jest wyodrębnienie elementów tworzących system oraz na tej podstawie stworzenie struktury statycznej systemu, która ma postać holarchii i stanowi zamknięcie operacyjne holonów;
- uporządkowanie zasobów, którego celem jest stworzenie dynamicznej struktury systemu, tj. struktury wytwórczej powstającej w efekcie ustalenia powiązań strukturalnych wynikających z koniecznych do realizacji w systemie zintegrowanych procesów wytwarzania;
- koordynacja współdziałania, którego celem jest określenie warunków współpracy zasobów rozproszonych zaangażowanych w realizację zintegrowanego procesu wytwarzania, tak aby było możliwe sterowanie przepływem produkcji w zorganizowanym systemie.

2. Negocjacje alokacji zasobów w procesie organizacji systemu

Negocjacje są podstawowym sposobem poszukiwania zasobów, uprzednio wyodrębnionych z otoczenia¹⁰, charakterystycznym dla rozproszonych struktur systemów wytwarzania¹¹, tak aby była możliwa ich alokacja do realizacji zadań w zintegrowanym procesie wytwarzania. Negocjacje¹² alokacji zasobów przeprowadzane powinny być na podstawie określonego protokołu negocjacyjnego¹³. Protokół negocjacyjny w ogólnym ujęciu można określić jako zbiór zasad regulujących interakcję pomiędzy uczestnikami negocjacji¹⁴. Obejmuje on¹⁵:

¹⁰ W przypadku zasobów rozproszonych są to zasoby dobrane do realizacji określonego zamówienia klienta z bazy zasobów, natomiast w przypadku zasobów fizycznie zlokalizowanych w jednym systemie są to zasoby, które mogą uczestniczyć w realizacji danego zamówienia.

¹¹ H. Nylund, K. Salminen, P.H. Anderson, *Framework for Distributed Manufacturing Systems*, [in:] H.A. ElMarghy (eds.), *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability*, Springer, Montreal 2011, s. 172-177.

¹² Literatura zagadnienia negocjacji wskazuje na szerokie jej znaczenie w wielu kontekstach, jak również szerokie spektrum ich przedmiotu oraz różnorodność podejść, np. sztuczna inteligencja, psychologia, teoria gier itp.

¹³ P. Valckenaers, E. Bonneville, H. Van Brussel, L. Bongaerts, J. Wyns, *Result of Holonic Control System Benchmark at the KU Leuven*, *Proceedings of Computer Integrated Manufacturing and Automation Technology*, New York 1994, s. 128-133; M. Shin, J. Jung, *MANPro: mobile agent-based negotiation protocol for distributed intelligent manufacturing*, "International Journal of Production Research" 2003, Vol. 4, No. 2, s. 303-320.

¹⁴ N.R. Jennings, P. Faratin, A.R. Lomuscio, S. Parsons, C. Sierra, M. Wooldridge, *Automated Negotiation: Prospects, Methods, Challenges*, "International Journal of Group Decision and Negotiation" 2001, No 10, s. 199-215.

¹⁵ A.R. Lomuscio, M. Wooldridge and N.R. Jennings, *A classification scheme for negotiation in electronic commerce*, [in:] *Agent-Mediated Electronic Commerce: A European Perspective*, F. Dignum, C. Sierra (eds.), Springer Verlag, 2000, s. 19-33.

- uczestników negocjacji,
- fazy procesu negocjacyjnego (np. składanie propozycji, zamknięcie negocjacji),
- dozwolone zdarzenia (np. odrzucenie czy akceptacja propozycji) i działania podejmowane przez uczestników w poszczególnych stanach negocjacji (np. jakie wiadomości mogą być wysyłane między uczestnikami).

W holonicznej koncepcji organizacji systemu wytwarzania negocjacje mogą mieć miejsce bezpośrednio pomiędzy zidentyfikowanymi holonami, albo przeprowadzane są przez holon mediator, jeśli przyjęta taksonomia holonów zakłada jego istnienie. W odniesieniu do problemu koordynacji sieci zasobów rozproszonych poprzez organizację systemu wytwarzania, przy przyjętej taksonomii holonów PROSA¹⁶, uzupełnionej o holon mediator¹⁷, negocjacje są podstawowym mechanizmem tworzenia podzbioru tych zasobów rozproszonych, które stanowić będą elementy struktury statycznej organizowanego systemu. Przy przyjęciu założenia o udziale w negocjacjach holonu mediatora, negocjacje są jednocześnie podstawowym mechanizmem kształtowania podstaw współpracy pomiędzy zainteresowanymi realizacją operacji holonami zasobów, które z założenia są autonomicznymi jednostkami. Poprzez negocjacje holony zasobów akceptują odgórne warunki uczestnictwa w organizowanej tymczasowej strukturze systemu. Aby holon zasobu mógł funkcjonować w odgórnie narzucony przez holon mediator sposób, musi on¹⁸:

- otrzymać propozycję współpracy, tzn. wykonania określonego przypadku użycia zasobu wraz z określeniem jego charakterystyki oraz parametrów realizacji;
- wyrazić zgodę na jej realizację, tzn. być przekonany, że działanie w tak określony sposób przyniesie mu oczekiwane korzyści;
- zaakceptować porozumienie dotyczące współpracy, satysfakcjonujące obie strony negocjacji.

W ramach negocjacji uczestnicy podejmują decyzje ukierunkowane na realizację własnych celów według określonych modeli decyzyjnych zdefiniowanych jako reguły negocjacyjne holonów. Każda realizacja tzw. przypadku użycia jest traktowana jako obiekt negocjacji i musi zawierać zakres informacji pozwalających na ich przeprowadzenie. Zakres ten obejmuje kwestie wymagające ustaleń, które różnią się w zależności od tego, czy przypadek użycia jest związany z realizacją operacji przetwarzania (operacji technologicznej, magazynowania produkcji w toku itp.) czy realizacją operacji transportu (związanej ze zbiorem powiązań transportowych zdefiniowanych dla operacji przetwarzania). W celu przeprowadzenia negocjacji realizacji przypadków użycia pomiędzy holonami zasobów (np. przetwarzania, transportu, magazynowania itp.), konieczne jest określenie przed przystąpieniem do negocjacji referencyjnego przebiegu zintegrowanego procesu wytwa-

¹⁶ H. Van Brussel, J. Wyns, P. Valckenaers, L. Bongaerts, P. Peeters, *Reference Architecture for Holonic Manufacturing Systems PROSA*, "Computers in Industry" 1998, Vol. 37, s. 255-274.

¹⁷ V. Botti, A. Giret, *ANEMONA – A Multi-agent methodology for Holonic Manufacturing Systems*, Springer, London 2008.

¹⁸ N.R. Jennings, P. Faratin, A.R. Lomuscio, S. Parsons, C. Sierra, M. Wooldridge, *Automated Negotiation...*, s. 199-215.

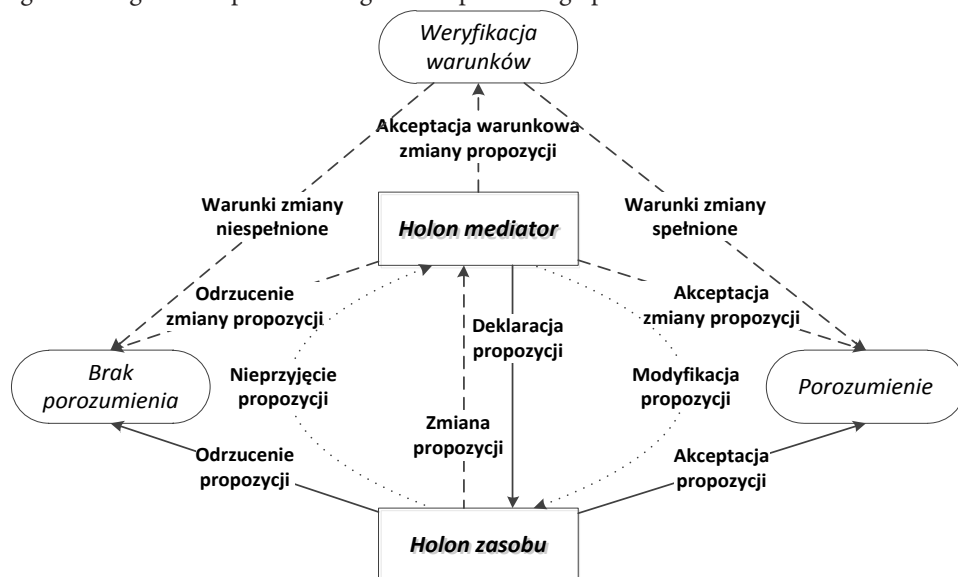
rzania. Co więcej, aby było możliwe przeprowadzenie negocjacji realizacji przypadków użycia zasobów pomiędzy holonami zasobów, których podstawową funkcjonalnością jest transport, konieczne jest w pierwszej kolejności przeprowadzenie negocjacji realizacji przypadków ich użycia pomiędzy holonami zasobów, których podstawową funkcjonalnością jest przetwarzanie (ponieważ alokacja zasobów do realizacji operacji przetwarzania wyznacza parametry czasowe dla poszczególnych powiązań transportowych związanych z tą operacją oraz miejsca załadunku i wyładunku przedmiotów pracy)¹⁹. Warunki realizacji przypadku użycia mogą być zmieniane przez strony w trakcie trwania negocjacji, w związku z czym negocjacje nie ograniczają się do działań polegających na przyjęciu lub odrzuceniu propozycji. Proces negocjacji alokacji zasobów jest zatem procesem wielofazowym. Jednakże ze względu na zakres dozwolonych zdarzeń i działań podejmowanych przez uczestników negocjacji protokół negocjacyjny różni się w zależności od tego, czy obiektem negocjacji jest operacja przetwarzania (por. rys. 1) czy powiązanie transportowe związane z operacją transportu (por. rys. 2).

3. Protokół negocjacyjny dla operacji przetwarzania

Negocjacje alokacji zasobów do przypadków użycia realizacji operacji przetwarzania przeprowadzane są na podstawie protokołu negocjacyjnego przedstawionego na rysunku 1.

Rysunek 1. Schemat protokołu negocjacyjnego dla operacji przetwarzania

Figure 1. Negotiation protocol diagram for processing operations



Źródło: opracowanie własne.

¹⁹ Ze względu na charakter danych niezbędnych do negocjacji nie da się ujednolicić protokołów negocjacyjnych przetwarzania i transportu.

Proces negocjacji przeprowadzany zgodnie z zaproponowanym protokołem dotyczący realizacji operacji przetwarzania składa się z następujących faz:

1. Faza I – deklaracja propozycji realizacji operacji przetwarzania – holon mediator przedstawia dobranym holonom zasobów warunki realizacji danej operacji przetwarzania dla danego elementu składowego wyrobu gotowego, określając: przedział czasu, w jakim operacja ma zostać zrealizowana, referencyjną pracochłonność²⁰, proponowaną cenę jednostkową za realizację jednostki pracochłonności operacji; materiały i komponenty zamawiane od dostawców zewnętrznych.

2. Faza II – decyzja holonu zasobu dotycząca propozycji – holon zasobu dokonuje analizy propozycji realizacji operacji przetwarzania i podejmuje odpowiednią decyzję:

- akceptuje propozycję i zawiera porozumienie;
- nie akceptuje propozycji, ale zainteresowany jest zmianą warunków realizacji operacji i zawarciem porozumienia;
- nie przyjmuje propozycji, ale zainteresowany jest jej modyfikacją przez holon zasobu;
- odrzuca propozycję i nie zawiera porozumienia, odstępując tym samym od negocjacji.

3. Faza III²¹ – holon mediator dokonuje modyfikacji pierwotnej propozycji.

4. Faza IV²² – decyzja holonu mediatora dotycząca zmiany propozycji – holon mediator dokonuje analizy zaproponowanej przez holon zasobu zmiany propozycji i podejmuje odpowiednią decyzję:

- odrzuca propozycję zmiany i nie zawiera porozumienia, odstępując tym samym od negocjacji;
- akceptuje propozycję zmiany i zawiera porozumienie;
- akceptuje warunkowo propozycję zmiany.

5. Faza V²³ – weryfikacja zaakceptowanych warunkowo zmian propozycji – holon mediator weryfikuje zmienione przez holon zasobu warunki realizacji danej operacji przetwarzania, po zakończeniu fazy II i fazy III negocjacji dla wszystkich operacji dla poszczególnych elementów składowych (jeśli występują) wyrobu gotowego i podejmuje ostateczną decyzję dotyczącą zaproponowanej przez holon zasobu zmiany propozycji realizacji przypadku użycia. Holon mediator akceptuje zmianę i zawiera porozumienie ostateczne, w przypadku gdy holony zasobu zawarły porozumienie dotyczące realizacji kolejnych operacji. Jeśli holon zasobu nie zawarł porozumień dotyczących realizacji operacji lub je zawarł, ale nie są spełnione wa-

²⁰ Przy czym czasy referencyjne są określane na podstawie czasów zadeklarowanych przez holony zasobów zainteresowane realizacją danej operacji i/lub wiedzy eksperckiej.

²¹ Występuje, jeśli holon zasobu nie przyjął pierwotnej propozycji i złożył zapytanie o jej modyfikację.

²² Występuje, jeśli holon zasobu nie zaakceptował pierwotnej propozycji i przedstawił jej zmianę.

²³ Występuje, jeśli holon mediator warunkowo zaakceptował zmianę propozycji przez holon zasobu.

runki dotyczące opłacalności realizacji operacji, holon mediator odrzuca zmianę propozycji i nie zawiera ostatecznego porozumienia.

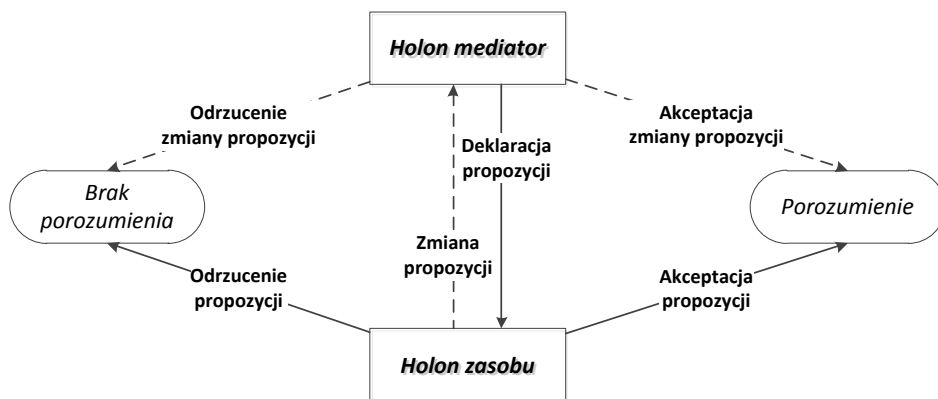
6. Faza VI – zakończenie negocjacji i określenie warunków realizacji operacji przetwarzania przez poszczególne zasoby, z którymi zawarte zostało porozumienie – holon mediator w zależności od wyników negocjacji dokonuje specyfikacji przypadków użycia zasobów poprzez określenie parametrów realizacji poszczególnych operacji przetwarzania dla poszczególnych elementów składowych (jeśli dotyczy) wyrobów gotowych przez poszczególne zasoby, obejmujących:

- wynegocjowany termin rozpoczęcia i zakończenia wykonywania operacji,
- wynegocjowaną wielkość partii produkcyjnej, a tym samym wielkość możliwej do realizacji pracochłonności,
- wynegocjowany koszt realizacji operacji.

4. Protokół negocjacyjny dla operacji transportowych

Negocjacje alokacji zasobów do przypadków użycia realizacji operacji transportu przeprowadzane są na podstawie protokołu negocjacyjnego przedstawionego na rysunku 2.

Rysunek 2. Schemat protokołu negocjacyjnego dla operacji transportowych
Figure 2. Negotiation protocol diagram for transport operations



Źródło: opracowanie własne.

Proces negocjacji przeprowadzany jest zgodnie z zaproponowanym protokołem dotyczący realizacji powiązania transportowego dla operacji przetwarzania związanej z określonym przypadkiem użycia zasobu transportu i składa się z następujących faz:

1. Faza I – deklaracja propozycji realizacji powiązania transportowego – holon mediator przedstawia dobranym holonom zasobów warunki realizacji danego powiązania transportowego dla danej operacji przetwarzania dla danego elemen-

tu składowego wyrobu gotowego, określając: przedział czasu, w jakim powiązanie ma zostać zrealizowane, referencyjny czas realizacji powiązania, tj. czas transportu; proponowaną cenę jednostkową za realizację jednostki czasu transportu dla powiązania, charakterystykę ilościową i gabarytową transportowanego ładunku.

2. Faza II – decyzja holonu zasobu dotycząca propozycji – holon zasobu dokonuje analizy propozycji realizacji powiązania transportowego i podejmuje odpowiednią decyzję:

- akceptuje propozycję i zawiera porozumienie;
- nie akceptuje propozycji, ale zainteresowany jest zmianą warunków realizacji powiązania i zawarciem porozumienia;
- odrzuca propozycję i nie zawiera porozumienia, odstępując tym samym od negocjacji.

3. Faza III²⁴ – decyzja holonu mediatora dotycząca zmiany propozycji – holon mediator dokonuje analizy zaproponowanej przez holon zasobu zmiany propozycji i podejmuje odpowiednią decyzję:

- odrzuca propozycję zmiany i nie zawiera porozumienia, odstępując tym samym od negocjacji;
- akceptuje propozycję zmiany i zawiera porozumienie.

4. Faza IV – zakończenie negocjacji i określenie warunków realizacji powiązań transportowych przez poszczególne zasoby – holon mediator w zależności od efektów negocjacji dokonuje specyfikacji przypadków użycia zasobów poprzez określenie parametrów realizacji poszczególnych powiązań transportowych dla danej operacji przetwarzania dla danego elementu składowego wyrobu gotowego, obejmujących: datę załadunku, datę rozładunku i wynegocjowany koszt realizacji powiązania.

5. Reguły negocjacyjne w procesie organizacji systemu

Proces negocjacji alokacji rozproszonych zasobów przeprowadzany jest w oparciu o reguły negocjacyjne, które w organizacji sieciowego systemu wytwarzania powinny być ogólnie ustalone i przestrzegane z zachowaniem autonomii poszczególnych holonów. Konstrukcja poszczególnych reguł negocjacyjnych, których znaczenie dla procesu organizacji systemu wytwarzania w warunkach rozproszenia zasobów przedstawiono w tabeli nr 1, ukierunkowana jest zarówno na cele indywidualne poszczególnych zasobów rozproszonych, jak i cele globalne koordynowanej sieci powiązań w danym momencie czasu. Ustalone reguły negocjacyjne są niezbędne do przeprowadzenia procesu negocjacji w sytuacji między innymi rozproszenia zasobów. Ich ogólnie narzucenie powoduje, iż:

- zachowana jest synergia układu, gdyż holony muszą podczas optymalizacji swoich celów uwzględniać cele układu nadrzędnego,

²⁴ Występuje, jeśli holon zasobu nie zaakceptował pierwotnej propozycji i przedstawił jej zmianę.

– ograniczona zostaje swoboda negocjacyjna, skutkująca teoretycznie brakiem możliwości zerwania negocjacji po zaakceptowaniu propozycji uczestnictwa w negocjacjach,

– możliwa jest standaryzacja sposobu podejmowania decyzji związanych z ustalaniem terminów, kosztów itp.,

– możliwe jest zawarcie porozumienia na zasadach jak najbardziej zbliżonych do przebiegu wzorcowego zintegrowanego procesu wytwarzania.

Reguły negocjacyjne stanowią zatem podstawę do najkorzystniejszego w danych warunkach wyboru zasobów stanowiących strukturę systemu sieciowego. Przebieg procesu negocjacji alokacji rozproszonych zasobów w oparciu o reguły negocjacyjne przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Tabela 1. Znaczenie reguł negocjacyjnych

Table 1. Importance of negotiating rules

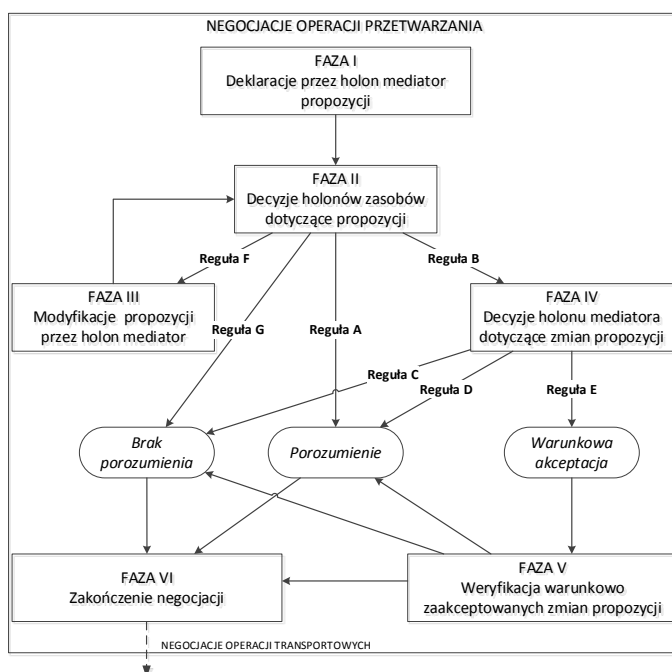
Reguła	Oznaczenie	Znaczenie dla zasobu rozproszonego	Znaczenie dla organizowanego systemu
Akceptacja propozycji realizacji przypadku użycia	A	Zapewnienie możliwości wykorzystania wolnych zdolności, przy cenie większej niż koszt realizacji operacji	Zapewnienie możliwości wykonania operacji w wymaganych terminach, przy akceptowalnym poziomie kosztów
Zmiana propozycji realizacji przypadku użycia	B	Zapewnienie możliwości wykorzystania wolnych zasobów	Zapewnienie możliwości wykonania całej wielkości partii produkcyjnej w jednym zasobie
Odrzucenie zmiany propozycji realizacji przypadku użycia	C	Eliminacja możliwości zaangażowania zasobu w wykonanie operacji przy braku posiadanych zdolności i/lub przy cenie niższej niż koszt jej realizacji	Eliminacja możliwości wykonania operacji w innych niż akceptowalne terminy i/lub przy cenie wyższej niż zakładany maksymalny koszt jej realizacji
Przyjęcie zmiany propozycji realizacji przypadku użycia	D	Zapewnienie możliwości wykorzystania wolnych zdolności, przy cenie większej niż koszt realizacji operacji	Zapewnienie możliwości wykonania operacji w akceptowalnych terminach, przy akceptowalnym poziomie kosztów
Warunkowa akceptacja zmiany propozycji realizacji przypadku użycia	E	Zapewnienie możliwości wykorzystania wolnych zdolności, przy cenie większej niż koszt realizacji operacji	Zapewnienie możliwości wykonania operacji w akceptowalnych terminach, przy akceptowalnym poziomie kosztów, jeśli kolejne operacje będą realizowane przez ten sam zasób, a koszt realizacji jednej z nich nie jest akceptowalny

Nieprzyjęcie propozycji realizacji przypadku użycia	F	Zapewnienie możliwości wykorzystania wolnych zdolności, przy braku wystarczających zdolności do realizacji całej wielkości partii produkcyjnej	Zapewnienie możliwości wykonania części wielkości partii produkcyjnej, gdy jest to możliwe, przy najniższym poziomie kosztów
Odrzucenie propozycji realizacji przypadku użycia	G	Eliminacja możliwości zaangażowania zasobu w wykonanie operacji przy braku posiadanych zdolności i/lub przy cenie niższej niż koszt jej realizacji	Eliminacja możliwości wykonania operacji w innych niż akceptowalne terminy i/lub koszcie innym niż oczekiwany

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3. Proces negocjacji alokacji zasobów (przetwarzanie)

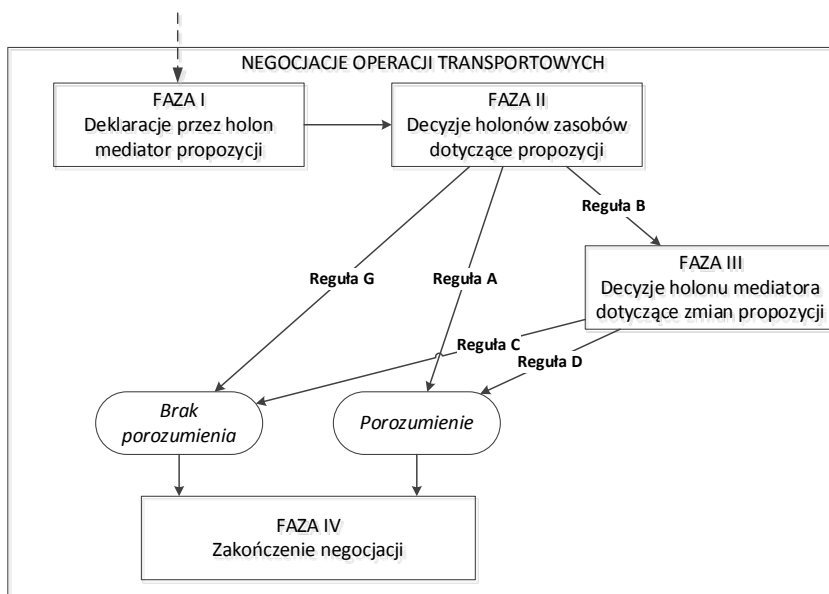
Figure 3. Negotiations of resource allocation (processing)



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4. Proces negocjacji alokacji zasobów (transport)

Figure 4. Negotiations of resource allocation (transport)



Źródło: opracowanie własne.

Zakończenie

Negocjacje w kształtowaniu rozproszonej struktury systemu wytwarzania jako podstawowy sposób poszukiwania zasobów pozwalają na alokację zasobów do określonych przypadków użycia. Alokacja zasobów polega w tym przypadku na określeniu zbioru zasobów, które możliwe są do wykorzystania w realizacji zintegrowanego procesu wytwarzania, związanego z określonym zamówieniem klienta. O tym, czy dany zasób będzie uczestniczył w tym procesie, decyduje struktura dynamiczna systemu, która kształtowana jest na podstawie najkorzystniejszego przebiegu procesu w danym momencie czasu. Proponowane protokoły negocjacyjne narzucają odgórny przebieg negocjacji oraz odgórne wytyczne podejmowania decyzji o uczestnictwie w holarchii przez poszczególne holony zasobów. Ograniczają one zatem autonomię holonów zasobów jako niezależnych jednostek w zakresie podejmowania decyzji związanych z realizacją zadań produkcyjnych. Zapewniają jednak możliwość podjęcia decyzji holonom zasobów ukierunkowaną na realizację własnych celów indywidualnych, ponieważ holon zasobu nie będzie zawierał porozumienia, jeśli realizacji danego przypadku użycia jest dla niego nieopłacalna ze względów ekonomicznych i/lub nie posiada on wystarczającej zdolności w wymaganym okresie. Z drugiej strony wymuszają konieczność uczestnictwa holonów

zasobów w holarii, jeśli realizacja danego przypadku użycia będzie opłacalna i będzie on posiadał niewykorzystane zdolności w wymaganym okresie.

Zaproponowane protokoły i reguły negocjacyjne pozwalają na zagwarantowanie możliwości podejmowania decyzji przez zasoby rozproszone w przewidzianym zakresie. Stwarza to możliwość optymalizacji konfiguracji sieci powiązań, przy zachowaniu względnej autonomiczności zasobów. Daje to możliwość realizacji różnych celów, niekoniecznie zbieżnych, zarówno dla jednostki koordynującej (systemu), jak i pojedynczych elementów.

Kolejnym etapem badań będzie implementacja zaprezentowanych reguł negocjacyjnych do systemu ekspertowego w celu weryfikacji protokołów negocjacyjnych, a tym samym stworzenie dynamicznego obrazu struktury sieciowego systemu wytwarzania.

Bibliografia

- Botti V., Giret A., ANEMONA – A Multi-agent methodology for Holonic Manufacturing Systems, Springer, London 2008.
- Czajka K., *Forma struktury wytwórczej w kontekście koncepcji zorganizowania systemu wytwarzania klasy światowej*, [w:] M. Dudek, H. Howaniec, D. Sala, W. Waszkielewicz, *Inżynieria produkcji: problemy jakości i zarządzania produkcją*, Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała 2013.
- Czajka K., *Essentials of organizing network manufacturing system in the environment of distributed resources*, [in:] A. Jaki, T. Rojek (eds.), *Managing organizations in changing environment: models – concepts – mechanisms*, Foundation of the Cracow University of Economics, Kraków 2014.
- Czakon W., *Sieci w zarządzaniu strategicznym*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2012.
- Dudek M., *Organizacja rozproszonych zasobów produkcyjnych w sieci*, [w:] R. Borowiecki, A. Jaki (red.), *Dylematy współczesnych przedsiębiorstw w procesie restrukturyzacji. Dywersyfikacja – integracja – rozwój*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2011.
- Grandori A., Soda G., *Inter-Firm Networks: Antecedents, Mechanisms and Forums*, „Organization Studies” 1995, Vol. 16, No. 2.
- Jennings N.R., Faratin P., Lomuscio A.R., Parsons S., Sierra C., Wooldridge M., *Automated Negotiation: Prospects, Methods, Challenges*, „International Journal of Group Decision and Negotiation” 2001, No 10.
- Karlsson Ch., Skold M., *The manufacturing extraprise: an emerging production network paradigm*, „Journal of Manufacturing Technology Management” 2007, Vol. 18, No. 8.
- Lomuscio A.R., Wooldridge M., Jennings N.R., *A classification scheme for negotiation in electronic commerce*, [in:] F. Dignum, C. Sierra (eds.), *Agent-Mediated Electronic Commerce: A European Perspective*, Springer Verlag, 2000.
- Nylund H., Salminen K., Anderson P.H., *Framework for Distributed Manufacturing Systems*, [in:] H.A. ElMarghy (eds.), *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability*, Springer, Montreal 2011.

Piekarczyk A., Ziemniewicz K., *Myślenie sieciowe w teorii i praktyce*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

Srai J.S., Kumara M., Grahamb G., Phillipsc W., Tooze J., Forda S., Beechera P., Rajf B., Gregorya M., Tiwarig M., Ravih B., Neelya A., Shankari R., Charnleye F., Tiwarie A., *Distributed manufacturing: scope, challenges and opportunities*, "International Journal of Production Research" 2016, Vol. 54, No. 23.

Valckenaers P., Bonneville F., Van Brussel H., Bongaerts L., Wyns J., *Result of Holonic Control System Benchmark at the KU Leuven*, Proceedings of Computer Integrated Manufacturing and Automation Technology, New York 1994.

Van Brussel H., Wyns J., Valckenaers P., Bongaerts L., Peeters P., *Reference Architecture for Holonic Manufacturing Systems PROSA*, "Computers in Industry" 1998, Vol. 37.

Nota o Autorach:

Mgr inż. Kamil Czajka – asystent, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania przedsiębiorstwem, Pracownia Marketingu i zarządzania produkcją.

Dr inż. Marek Dudek – adiunkt, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania przedsiębiorstwem, Pracownia Marketingu i zarządzania produkcją.

Author's resume:

Msc. eng. Kamil Czajka – research assistant, AGH University of Science and Technology, Faculty of Management, Department of Business management, Section of Marketing and production management

PhD eng. Marek Dudek – assistant professor, AGH University of Science and Technology, Faculty of Management, Department of Business management, Section of Marketing and production management

Kontakt/Contact:

mgr inż. Kamil Czajka
e-mail: kczajka@zarz.agh.edu.pl

dr inż. Marek Dudek
e-mail: mdudek@zarz.agh.edu.pl

The contribution of particular co-authors to preparation of the paper:

Wkład poszczególnych autorów w przygotowanie publikacji:

Kamil Czajka – 70%, Marek Dudek – 30%.