

**Małgorzata Łatuszyńska, Justyna  
Lemke**

---

**Zastosowanie modelowania  
modularnego w zarządzaniu  
zasobami produkcyjnymi**

---

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 34/2, 39-49

---

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

**Małgorzata Łatuszyńska\***

Uniwersytet Szczeciński

**Justyna Lemke\*\***

Akademia Morska w Szczecinie

## ZASTOSOWANIE MODELOWANIA MODULARNEGO W ZARZĄDZANIU ZASOBAMI PRODUKCYJNYMI

### Streszczenie

W artykule podjęto tematykę zarządzania zasobami produkcyjnymi. Omówiono pojęcie zasobów oraz ich znaczenie dla przedsiębiorstw. W dalszej części zaproponowano wykorzystanie opartego na konwencji dynamiki systemów Forrestera modelowania modularnego na potrzeby wspomagania zarządzania zasobami produkcyjnymi.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie zasobami produkcyjnymi, symulacja, dynamika systemów

### Wprowadzenie

Jednym z ważnych elementów, którego dotyczą decyzje podejmowane w przedsiębiorstwie przemysłowym, jest zdolność produkcyjna. O tym, ile w danym okresie firma będzie produkować, decyduje z jednej strony zapotrzebowanie płynące od klientów, z drugiej zaś – możliwości tworzone poprzez właściwe zarządzanie zasobami produkcyjnymi. Warto zaznaczyć, że brak odpowiedniej koordynacji zasobów

\* Adres e-mail: mlat@wneiz.pl.

\*\* Adres e-mail: j.lemke@am.szczecin.pl.

może doprowadzić do utraty wydajności<sup>1</sup>, a błędne decyzje dotyczące zasobów, jak wynika z prezentowanych przez S. Kasiewicza badań, stanowią aż 30% przyczyn złego, skutkującego utratą produktywności zarządzania<sup>2</sup>.

W dzisiejszych czasach w zasadzie każdy producent może korzystać z tych samych zasobów. Globalizacja sprawia, że każdy ma dostęp do tych samych pokładów energii, technologii, kadry czy informacji. W konsekwencji przedsiębiorstwa mogą ze sobą konkurować jedynie w lepszym wykorzystaniu posiadanych zasobów. Na rynku bardziej konkurencyjny jest ten, kto szybciej i trafniej podejmuje decyzje – w przypadku firmy produkcyjnej przede wszystkim w zakresie planowania przebiegu i koordynowania procesów składających się na przepływ produkcji<sup>3</sup>.

Podejmowanie trafnych decyzji jest bardzo trudne ze względu na dynamiczny charakter przedsiębiorstwa, jak i jego otoczenia. Liczne wewnętrzne i zewnętrzne czynniki wpływające na funkcjonowanie firmy wywołują wielopłaszczyznowe zmiany o nieprzewidywalnej sile oddziaływania<sup>4</sup>. Jak pisze P. Hansel, „wiele dzisiejszych problemów wynika z wcześniejszych rozwiązań innych problemów”<sup>5</sup>. W związku z tym można przypuszczać, iż skuteczność podejmowanych decyzji jest uzależniona od wspierających je metod i technologii<sup>6</sup>.

W artykule dokonano analizy możliwości wykorzystania metody systemowo-dynamicznego modelowania modularnego w zarządzaniu zasobami produkcyjnymi. W tym celu omówiono istotę pojęcia zasobów w systemie produkcyjnym, przedstawiono dotychczasowe zastosowania metody dynamiki systemowej do modelowania zasobów produkcyjnych oraz wyjaśniono koncepcję modelowania modularnego na bazie praktycznego problemu przydzielania pracowników do obsługi gniazd produkcyjnych.

---

<sup>1</sup> A. Lenart, *Zintegrowane systemy klasy ERP. Teoria i praktyka na przykładzie systemu BAAN IV*, Wyd. UG, Gdańsk 2005, s. 27.

<sup>2</sup> S. Kasiewicz, *Budowanie wartości firmy w zarządzaniu operacyjnym*, Wyd. Szkoły Głównej w Warszawie, Warszawa 2005, s. 56.

<sup>3</sup> Z. Banaszak, S. Kłos, J. Mleczo, *Zintegrowane systemy zarządzania*, PWE, Warszawa 2011, s. 44.

<sup>4</sup> *Wprowadzenie do nauki o przedsiębiorstwie*, red. M. Brzeziński, Difin, Warszawa 2007, s. 40.

<sup>5</sup> P. Hansel, *Diagnoza organizacji. Pierwszy krok do uzdrowienia firmy*, Helion, Gliwice 2011, s. 33.

<sup>6</sup> Z. Banaszak, S. Kłos, J. Mleczo, *Zintegrowane systemy...*, s. 44.

## 1. Zasoby w systemie produkcyjnym

Jedną z najbardziej uniwersalnych interpretacji zasobu zaproponował T. Krupa. Bazując na teorii inżynierii systemów, stwierdził on, iż zasób to swoistego rodzaju zmienna metajęzykowa, w miejsce której podstawia się nazwę wyróżnionego elementu modelowanej rzeczywistości<sup>7</sup>. W ekonomii jest to niezbędny do wytworzenia dóbr i usług czynnik produkcji, przy czym w literaturze przedmiotu często spotyka się zamiennie słowa „czynnik produkcji” i „zasób”. Niektórzy autorzy jednak, np. K. Pasternak, czynniki produkcji uważają za pojęcie węższe w stosunku do zasobów<sup>8</sup>. Często zasobem jest środek konieczny do osiągnięcia określonego celu. Jeżeli przyjmiemy, iż celem systemu produkcyjnego jest produkcja dóbr i usług spełniających zapotrzebowanie klienta, to definicja zasobu produkcyjnego będzie się pokrywała z ekonomiczną interpretacją tego pojęcia.

O ile w literaturze przedmiotu nie ma znacznych rozbieżności, jeśli chodzi o szerokie rozumienie zasobu, to określenie, co jest, a co nie zasobem, może sprawić pewne trudności. Zarówno szczegółowa interpretacja, jak i klasyfikacja zasobów nie są jednoznacznie określone. Ponadto, znaczenie poszczególnych zasobów ewaluowało na przestrzeni czasu. Jak podaje R. Krupski, zbiór zasobów przedsiębiorstwa jest skomplikowanym i zróżnicowanym ze względu na wiele cech układem<sup>9</sup>.

Jeżeli potraktuje się przedsiębiorstwo jako organizację, to można uznać za zasoby, jak twierdzi B. Plawgo, wszystkie elementy, które stanowią silne bądź słabe strony jednostki<sup>10</sup>. Należy jednak zauważyć, iż rozpatrując zachowanie się organizacji w czasie, ten sam składnik, np. park maszynowy, może raz być uznany za słabą, a innym razem za mocną stronę. W konsekwencji wykorzystanie tej koncepcji może utrudniać dokonywanie wszelkiego rodzaju analiz, zarówno zachowania się zasobów w czasie, jak i ich wpływu na organizację. W tej sytuacji adekwatne jest uznanie zasobów, jak podaje M. Białasiewicz, za zestaw środków materialnych i nie-

<sup>7</sup> T. Krupa, *Elementy organizacji zasoby i zadania*, WNT, Warszawa 2006, s. 15.

<sup>8</sup> K. Pasternak, *Zarys zarządzania produkcją*, PWE, Warszawa 2005, s. 36–37.

<sup>9</sup> *Zarządzanie strategiczne. Ujęcie zasobowe*, red. R. Krupski, Wyd. WWSZiP w Wałbrzychu, Wałbrzych 2006, s. 11–14.

<sup>10</sup> B. Plawgo, *Zachowania małych i średnich przedsiębiorstw w procesie internacjonalizacji*, Orgmasz, Warszawa 2004, s. 30.

materialnych, które są własnością przedsiębiorstwa lub w jego użytkowaniu<sup>11</sup>, przy czym ostatnio nauka poświęca sporo miejsca szczególnie zasobom niematerialnym. D. Collis wskazuje na znaczenie wiedzy jako zasobu firmy, a M. Bartnicki obok klasycznego zestawu zasobów finansowych, fizycznych, ludzkich i organizacyjnych wymienia również takie zasoby rynkowe, jak marka czy reputacja, oraz zasoby relacyjne (umiejętności tworzenia lojalności, świadomość marki wśród odbiorców)<sup>12</sup>.

Zasoby często są dzielone na: środki pracy (budynki, maszyny, urządzenia itp.), przedmioty pracy (surowce materiały itp.), produkty, zasoby finansowe oraz wartości niematerialne i prawne (patenty, prawa autorskie itp.). Ponadto, w literaturze przedmiotu stosuje się podział zasobów według kryterium funkcjonalnego, gdzie obok zasobów: organizacyjnych, ludzkich, finansowych czy marketingowych wyróżnia się zasoby produkcyjne<sup>13</sup>.

Uważany za twórcę klasycznego podziału zasobów E. Gutenberg wyróżnił dwie podstawowe grupy: zasoby podstawowe (niem. *Elementarfaktoren*) i decyzyjne (niem. *Dispositive Faktoren*). Kryterium przydziału stanowi tutaj znaczenie pracy ludzkiej. Autor rozróżnił pracę związaną bezpośrednio ze stanowiskiem roboczym i pracę szeroko pojętego kierownictwa. W tym ujęciu pierwsza grupa zasobów nazywana jest zasobami podstawowymi (elementarnymi), a ludzie wraz z ich umiejętnościami wyposażeni w odpowiednie narzędzia (informacje, usługi zewnętrzne, prawa itp.), mający za zadanie koordynację wytwarzania zostali zaliczeni do grupy zasobów decyzyjnych. Dalszy podział zasobów decyzyjnych zależy od funkcji zarządzania, w której bierze udział dany zasób. Rozróżnia się zasoby: kierowania, planowania, organizowania i kontroli. Gutenberg podzielił dalej zasoby podstawowe na zużywane (niem. *Varbarauchsfaktoren*) i potencjału (niem. *Potentialfaktoren*)<sup>14</sup>.

Przez zasoby zużywane nazwane przez E. Heinena zasobami powtarzającymi się (niem. *Repetierfaktor*) należy rozumieć takie, które są bezpośrednio zużywane w procesie produkcji. Charakterystyczna jest tutaj występująca podczas produkcji zmiana właściwości fizykochemicznych zasobów bądź możli-

---

<sup>11</sup> *Uwarunkowania i sposoby wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw*, red. M. Białasiewicz, Economicus, Szczecin 2009, s. 145.

<sup>12</sup> M. Bartnicki, *Kompetencje przedsiębiorstwa*, Placet, Warszawa 2002, s. 50; D. Collis, *Organizational Capability as a Source of Profit*, w: *Organizational Learning and Competitive Advantage*, red. A. Maigen, B. Edmonson, Sage Publications, London 1996, s. 139–163.

<sup>13</sup> *Uwarunkowania i sposoby...*, s. 145.

<sup>14</sup> E. Gutenberg, *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*, Gabler Verlag, Wiesbaden 1958, s. 27.

wość tworzenia z nich innych obiektów procesu produkcyjnego, np. produktów gotowych czy półproduktów. Grupę zasobów potencjału będą natomiast tworzyły te, które pośrednio przyczyniają się do wytworzenia wyrobu lub usługi.

Reasumując, można powiedzieć, że zarządzanie zasobami to przydział jednych zasobów potencjału do innych po to, aby za pomocą zasobów powtarzających się wyprodukować produkty gotowe, przy czym powinno się dążyć do jak najwyższego poziomu obciążenia stanowisk w kolejnych okresach planistycznych<sup>15</sup>. Ponadto, należy tak dobrać i skoordynować czynniki produkcji, aby uzyskać możliwie największą efektywność przy najkrótszym czasie wykonania wyrobu<sup>16</sup>. Równocześnie ważne jest, aby przy podejmowaniu decyzji alokacyjnych mieć na uwadze całokształt przedsiębiorstwa. Na przykład początkowo alokacja, czyli przydzielenie maszyny do konkretnego zadania, może wydawać się optymalna, gdyż w pełni wykorzystana będzie jej zdolność produkcyjna. Jednak ze względu na brak możliwości wykonywania przez obrabiarkę innych zleceń z punktu widzenia całej firmy taki wariant nie musi być najkorzystniejszy<sup>17</sup>. Należy zwrócić uwagę, iż w przedsiębiorstwie przemysłowym decydenci, rozdysponowując zasoby produkcyjne, z jednej strony powinni mieć na uwadze kwestie natury ekonomicznej, np. rachunek zysków i strat przy zachowaniu odpowiedniego poziomu zadowolenia interesariuszy, z drugiej zaś zobligowani są do przestrzegania norm wynikających z procesu technologicznego. Ten techniczno-ekonomiczny charakter alokacji zasobów produkcyjnych dodatkowo utrudnia właściwe rozpoznanie związanych z nią problemów i podjęcie odpowiednich decyzji.

## 2. Zastosowanie dynamiki systemowej w modelowaniu zasobów produkcyjnych

Podejmowanie decyzji dotyczących zasobów w systemie produkcyjnym jest zagadnieniem niezwykle złożonym. Wynika to z konieczności jednoczesnego uwzględnienia wielu obszarów działalności firmy, przy czym nie bez znaczenia po-

<sup>15</sup> M.J. Euwe, H. Wortmann, *Planning Systems in the Next Century (I)*, „Computers in Industry” 1997, No. 34, s. 233–237; *Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem*, red. R. Kosnala, PWE, Warszawa 2007, s. 109–108.

<sup>16</sup> A. Rogowski, *Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie*, CeDeWu, Warszawa 2010, s. 27.

<sup>17</sup> B. Liwowski, R. Kozłowski, *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Wolters Kluwer, Kraków 2007, s. 61.

zostaje czynnikiem czasu. Wymagana jest nieustanna analiza i porównywanie wielu wariantów, co skłania do sięgnięcia po metodę symulacji komputerowej<sup>18</sup>. Na modelu symulacyjnym można eksperymentować i „zmieniając rzeczywistość”, sprawdzać różne opcje decyzyjne. Należy podkreślić, że wspomniane wcześniej atrybuty firmy produkcyjnej, tj. zmienność i duża liczba elementów, sprawiają, iż odzwierciedlenie rzeczywistości staje się niezwykle skomplikowane<sup>19</sup>.

Do analizowania takich właśnie złożonych układów proponuje się zastosowanie metody symulacji komputerowej w konwencji dynamiki systemów. W metodzie tej w badanym układzie rozważanym jako całość identyfikuje się sprzężenia zwrotne pomiędzy poszczególnymi jego elementami. Umożliwia to śledzenie zachodzących równoległe procesów i zjawisk<sup>20</sup>.

Propozycje systemowo-dynamicznych modeli opisujących funkcjonowanie systemu produkcyjnego mniej lub bardziej dokładnie można znaleźć w literaturze przedmiotu, począwszy od lat 70. ubiegłego stulecia. Przykładem mogą być modele odtworzenia produkcyjnych środków trwałych oraz systemu produkcja – zbyt autorstwa Z. Součka czy prezentujący interakcje klienta i producenta model R. Łukasze-wicza<sup>21</sup>. Z nowszych pozycji na uwagę zasługuje opisywany przez F. Rydzaka i in. model mający na celu ocenę programów poprawy niezawodności maszyn w sytuacji, gdy wewnętrzne lub zewnętrzne zakłócenie doprowadza do zmiany paradygmatu zarządzania z prognostycznego utrzymania ruchu (ang. *proactive maintenance*) na niepożądane reaktywne utrzymanie ruchu (ang. *reactive maintenance*)<sup>22</sup>.

Z czasem zaczęto dostrzegać potrzeby wykraczające poza klasyczne modelowanie systemowo-dynamiczne. A. Gröbler w uwzględniającym specyfikę producenta modelu łańcucha dostaw zaproponował połączenie dynamiki systemów z mode-

---

<sup>18</sup> A. Januszewski, *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, t. I, PWN, Warszawa 2008, s. 48.

<sup>19</sup> B. Fałda, *Modelowanie dynamiczne procesów ekonomicznych*, Wyd. KUL, Lublin 2010, s. 96.

<sup>20</sup> *Elementy dynamiki systemów*, red. J. Tarajkowski, Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2008, s. 69.

<sup>21</sup> Z. Souček, *Modelowanie i projektowanie systemów gospodarczych*, PWN, Warszawa 1979, s. 233–394; R. Łukasiewicz, *Dynamika systemów zarządzania*, PWN, Warszawa 1975, s. 216–219.

<sup>22</sup> F. Rydzak, P. Maguszewski, J. Sendzimir i E. Chlebus, *A Concept of Resilience in Production Systems*, 2006, [www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/RYDZA149.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/RYDZA149.pdf) (30.06.2013).

lowaniem agentowym<sup>23</sup>. E. Kasperska natomiast w swoich modela optymalizacji trzech produktów Dynabalance (1–3) i bilansu surowców Dynabalance (1–3) włączyła w funkcjonalność systemowo-dynamicznego modelu optymalizację bazującą na próbach R.G. Coyle’a<sup>24</sup>.

Wprawdzie w prezentowanych modelach zasoby produkcyjne nie są głównym elementem badań, to jednak opis systemu produkcyjnego bez ich uwzględnienia byłby niemożliwy. W trend „rozszerzania” funkcjonalności modeli systemowo dynamicznych wpisuje się koncepcja modelowania modularnego.

### 3. Istota modelowania modularnego

Modelowanie modularne zakłada, że modelujący ma do dyspozycji bazę niezbędnych do konstruowania docelowego modelu symulacyjnego modułów. Moduły to niewielkie powtarzalne bloki zapisane w konwencji systemowo-dynamicznej, odwzorowujące pewne uznane za elementarne części systemu rzeczywistego. Bloki te zawierają elementy notacji systemowo-dynamicznej (poziomy, strumienie, zmienne pomocnicze, parametry) i instrukcje formalnego języka symulacyjnego. Moduł można zatem utożsamiać z najprostszym możliwym modelem symulacyjnym, a więc takim, który odwzorowuje pojedyncze elementarne działanie wyróżnialne w systemie rzeczywistym na najniższym z rozpatrywanych poziomów hierarchicznych. Inną cechą charakterystyczną modułu jest to, iż przedstawia on pewną logiczną całość. Ponadto, zakłada się możliwość występowania w całym modelu większej liczby modułów tego samego typu. Dzięki takiemu rozumieniu raz zaprojektowany moduł może być wykorzystywany („wkładany”) w zależności od potrzeb do różnych modeli.

Idea modelowania modularnego zostanie zilustrowana za pomocą prostego przykładu modelu, którego celem jest odpowiedź na pytanie, jak metoda przydzielania pracowników do poszczególnych gniazd wpływa na wielkość produkcji w tych gniazdach. Model ten jest fragmentem studium przypadku dotyczącego alokacji zasobów produkcyjnych w firmie specjalizującej się w produkcji niskonapięcio-

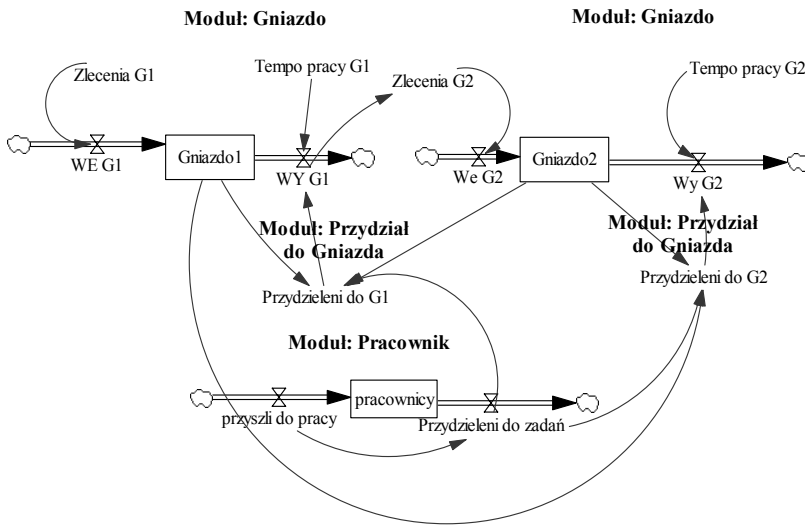
<sup>23</sup> A. Größler, M. Stotz, N. Schiertz, *A Software Interface Between System Dynamics and Agent-Based Simulations-Linking Vensim and RePast*, 2003, [www.systemdynamics.org/conferences/2003/proceed/PAPERS/346.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2003/proceed/PAPERS/346.pdf) (30.06.2013).

<sup>24</sup> E. Kasperska, *Dynamika systemowa symulacja i optymalizacja*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005, s. 80–129.



wych kondensatorów. Przykładowy model zbudowany jest z dwóch modułów typu „Gniazdo”, jednego modułu typu „Pracownik” i dwóch modułów typu „Przydział do Gniazda” (rysunek 1).

Rysunek 1. Model przydział pracowników do gniazd



Źródło: opracowanie własne.

Moduł „Gniazdo” na wejściu wymaga informacji dotyczących liczby zleceń, czasu wykonywania jednej sztuki przez jednego pracownika i liczby przydzielonych pracowników. Na wyjściu otrzymuje się liczbę wyprodukowanych produktów. Ponieważ w modelu założono, że produkty przechodzą z jednego gniazda do drugiego, dlatego liczba zleceń dla drugiego gniazda jest równoważna liczbie półproduktów opuszczających „Gniazdo 1”.

W omawianym przykładzie przydział pracowników do poszczególnych gniazd jest uzależniony od stosunku rozmiaru robót w toku w danym gnieździe do pozostałych. Oznacza to, że najwięcej pracowników zostanie przydzielonych tam, gdzie jest największa kolejka nieskończonych półwyrobów. Zatem moduł na wejściu potrzebuje informacji na temat liczby pracowników gotowych do pracy oraz liczby oczekujących na produkcję artykułów w każdym ze skorelowanych ze sobą gniazd.

Model skonstruowany z modułów można rozbudowywać o dalsze moduły, jak również ograniczyć się do obserwacji tylko jednego z jego elementów. Zamieniając tylko niektóre moduły, można dokonać szybkiej przebudowy modelu w celu przetestowania innego wariantu zarządzania. Wykorzystanie gotowych modułów upraszcza i przyspiesza proces modelowania, a w konsekwencji podejmowania decyzji.

## Podsumowanie

Proces tworzenia modelu systemowo-dynamicznego do wspomagania zarządzania zasobami produkcyjnymi jest pracochłonny i nie zawsze zwraca się w postaci wartościowych wyników, zatem każda innowacja wprowadzona do klasycznej procedury modelowania, która ma na celu przyspieszenie analizy, jest niewątpliwie pożądana. Jednym z kierunków rozwoju metodologicznego dynamiki systemowej może być przedstawiona w artykule koncepcja modelowania modularnego polegająca na wykorzystaniu w trakcie modelowania gotowych bloków strukturalnych, tzw. modułów. Biblioteka modułów może być rozwijana w kierunku systemu symulacyjnego, czyli generatora programów symulacyjnych obejmującego – oprócz biblioteki modułów – bank danych, bank modeli i bank metod. Tak rozumiany komputerowy system symulacyjny dodatkowo wyposażony w graficzny interfejs użytkownika może stać się dobrym narzędziem wspierania zarządzania zasobami produkcyjnymi.

## Literatura

- Banaszak Z., Kłos S., Mleczko J., *Zintegrowane systemy zarządzania*, PWE, Warszawa 2011.
- Bartnicki M., *Kompetencje przedsiębiorstwa*, Placet, Warszawa 2002.
- Collis D., *Organizational Capability as a Source of Profit*, w: *Organizational Learning and Competitive Advantage*, red. A. Maigen, B. Edmonson, Sage Publications, London 1996.
- Elementy dynamiki systemów*, red. J. Tarajkowski, Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2008.
- Euwe M.J., Wortmann H., „*Planning Systems in the Next Century (I)*”, „*Computers in Industry*” 1997, No. 34.
- Fałda B., *Modelowanie dynamiczne procesów ekonomicznych*, Wyd. KUL, Lublin 2010.

- Größler A., Stotz M., Schiertz N., *A Software Interface Between System Dynamics and Agent-Based Simulations-Linking Vensim and RePast*, 2003, [www.systemdynamics.org/conferences/2003/proceed/PAPERS/346.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2003/proceed/PAPERS/346.pdf).
- Gutenberg E., *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*, Gabler Verlag, Wiesbaden 1958.
- Hansel P., *Diagnoza organizacji. Pierwszy krok do uzdrowienia firmy*, Helion, Gliwice 2011.
- Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, t. I, PWN, Warszawa 2008.
- Kasiewicz S., *Budowanie wartości firmy w zarządzaniu operacyjnym*, Wyd. Szkoły Głównej w Warszawie, Warszawa 2005.
- Kasperska E., *Dynamika systemowa symulacja i optymalizacja*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem*, red. R. Kosnała, PWE, Warszawa 2007.
- Krupa T., *Elementy organizacji zasoby i zadania*, WNT, Warszawa 2006.
- Lenart A., *Zintegrowane systemy klasy ERP. Teoria i praktyka na przykładzie systemu BAAN IV*, Wyd. UG, Gdańsk 2005.
- Liwowski B., Kozłowski R., *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Wolters Kluwer, Kraków 2007.
- Łukaszewicz R., *Dynamika systemów zarządzania*, PWN, Warszawa 1975.
- Pasternak K., *Zarys zarządzania produkcją*, PWE, Warszawa 2005.
- Plawgo B., *Zachowania małych i średnich przedsiębiorstw w procesie internacjonalizacji*, Orgmasz, Warszawa 2004.
- Rogowski A., *Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie*, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Rydzak F., Maguszewski P., Sendzimir J., Chlebus E., *A Concept of Resilience in Production Systems*, 2006, [www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/RYDZA149.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/RYDZA149.pdf).
- Schneeweiß C., *Einführung in die Produktionswirtschaft*, Springer Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 2002.
- Souček Z., *Modelowanie i projektowanie systemów gospodarczych*, PWN, Warszawa 1979.
- Uwarunkowania i sposoby wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw*, red. M. Białasiewicz, Economicus, Szczecin 2009.
- Weber H.K., *Zum System produktiver Faktoren*, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF), 1980.

*Wprowadzenie do nauki o przedsiębiorstwie*, red. M. Brzeziński, Difin, Warszawa 2007.  
*Zarządzanie strategiczne. Ujęcie zasobowe*, red. R. Krupski, Wyd. WWSZiP w Wałbrzychu,  
Wałbrzych 2006.

## MODULAR MODELING IN THE PRODUCTION RESOURCE MANAGEMENT

### Abstract

The paper focuses on the problem of production resources management. It is discussed the term of production resources and their importance for an enterprise. In the second part of article the concept of modular modeling method for supporting production resource management is shown.

**Keywords:** production resources, simulation, system dynamics

**JEL Code:** D24,C63

*Translated by Justyna Lemke*