

GUSZCZAK Bartosz<sup>1</sup>  
ZDZIARSKA Martyna<sup>2</sup>

## Efekt byczego bicza w zarządzaniu łańcuchem dostaw

### WSTĘP

Każde przedsiębiorstwo funkcjonujące w gospodarce wolnorynkowej pragnie obniżyć koszty własnej działalności. Niejednokrotnie jednak bywa tak, że menadżerowi podejmując próbę redukcji kosztów, przerzucają je na inne ogniwa działające w łańcuchu dostaw. W konsekwencji działanie takie jest bardzo krótkowzroczne, bowiem wszelkie koszty generowane przez ogniwa łańcucha dostaw, odczuwalne są finalnie w cenie produktu, za którą nabywa go konsument. Skupić bowiem należy się na zwalczaniu zakłóceń występujących w łańcuchu dostaw, do których zaliczyć można między innymi efekt byczego bicza. Poprawa komunikacji oraz lepszy dostęp do informacji wśród ogniw funkcjonujących w łańcuchu dostaw doprowadzić może do znaczących efektów, co autorzy w dalszej części artykułu starają się udowodnić.

### 1 ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW ORAZ EFEKT BYCZEGO BICZA – PODSTAWOWE POJĘCIA

W celu dobrego zrozumienia efektu byczego bicza rozważania należy rozpocząć od przedstawienia pojęć dotyczących łańcucha dostaw. M. Christopher interpretuje łańcuch dostaw jako sieć organizacji zaangażowanych poprzez powiązania z dostawcami oraz odbiorcami w różne procesy i działania, które tworzą wartość w postaci produktów i usług dostarczanych ostatecznym konsumentom [1, s. 14.]. Jako przykład przedstawić można przedsiębiorstwo produkcyjne, które jest jednym z ogniw łańcucha dostaw, natomiast z jednej strony występują dostawcy surowców, a po drugiej dystrybutorzy. Wszystkie te ogniwa tworzą sieć wzajemnie powiązanych i zależnych od siebie podmiotów.

W dalszym kroku M. Christopher definiuje zarządzanie łańcuchem dostaw jako zarządzanie stosunkami z dostawcami i odbiorcami oraz klientami w celu dostarczenia najwyższej wartości dla klienta po niższych kosztach dla całego łańcucha dostaw [1, s. 17]. Wynika z tego, że zarządzanie łańcuchem dostaw to skupienie się przede wszystkim na relacjach panujących między ogniwami łańcucha.

M. Ciesielski określa, że idealny łańcuch dostaw powinien [2, s. 15]:

- umożliwiać odsunięcie w czasie decyzji o produkcji i dostawach podejmowanych na podstawie informacji o popycie,
- umożliwiać oferowanie klientom dużej różnorodności,
- minimalizować czas dostaw, zapasów oraz kosztów.

Jednak skonfigurowanie idealnego łańcucha dostaw jest bardzo trudnym zadaniem, bowiem w realnej działalności gospodarczej napotyka się na bardzo dużo problemów. Jednym z nich jest efekt byczego bicza, który nierozdzielnie związany jest z łańcuchem dostaw, a wynika przede wszystkim z opóźnienia w przepływie informacji oraz dostawie materiałów [7, s. 121]. Efekt byczego bicza polega na tym, że małe zakłócenie warunków początkowych powoduje znaczne zakłócenia działania całego systemu poprzez wzmocnienia systemowe i sprzężenie zwrotne [5, s.3120 -3121]. W łańcuchu logistycznym efekt ten ujawnia się poprzez przenoszenie wzmocnionych zmian popytu w kierunku początku łańcucha [6, s. 3121]. Wniosek w tym miejscu postawić można taki, że każde ogniwo funkcjonujące w łańcuchu dostaw stara się spełnić oczekiwania klienta poprzez zgromadzenie liczby

<sup>1</sup> Instytut Logistyki i Magazynowania, ul. Estkowskiego 6, 61-755 Poznań

<sup>2</sup> Instytut Logistyki i Magazynowania, ul. Estkowskiego 6, 61-755 Poznań

produktów równej ilości sprzedaży plus rezerwę na wypadek nieoczekiwanych wahań popytu [5, s. 3121].

Efekt byczego bicza podzielić można na 4 podstawowe grupy, do których zaliczyć można [3, s. 250]:

- Efekt Forrestera – dotyczący czasu dostaw oraz przetwarzania popytu.
- Efekt Burbridge’a – dotyczący grupowania zamówień,
- Efekt Houlihan’a – wywołany ograniczeniami i manipulowaniem,
- efekt wywołany promocjami i fluktuacją cen.

W celu próby eliminacji efektu byczego bicza w łańcuchu dostaw należy podjąć niżej przedstawione działania [6]:

- Dzielenie się informacjami – należy zapewnić wymianę wysokiej jakości informacji pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw. Przedsiębiorstwa winny mieć dostęp do danych, które mają wpływ na podniesienie efektywności zarządzania łańcuchem dostaw i są konieczne do ograniczania zjawiska wzmocnionych zmian popytu.
- Koordynowanie procedur w łańcuchu dostaw i wspólne podejmowanie decyzji – podmioty funkcjonujące w łańcuchu dostaw powinny wykorzystać posiadane informacje w celu zsynchronizowania prognozowania popytu i planowania produkcji, aby potencjał produkcyjny został lepiej wykorzystany i na tej podstawie koordynować procesy zaopatrzeniowe, realizację zamówień, a także poziom zapasów w całym łańcuchu dostaw.
- Skrócenie czasu realizacji zamówienia – usprawnienie przepływów materiałowych i informacji w łańcuchu dostaw umożliwi skrócenie czasu realizacji zamówienia w wyniku czego zwiększa się zdolność firmy do szybkiej i elastycznej reakcji na zmiany popytu i potrzeby klientów.

Bardzo dużym problemem staje się uzyskanie pełnej informacji o popycie przez poszczególne ogniwa łańcucha dostaw, które w przypadku jej braku, tworzą nadmierne zapasy, aby nie dopuścić do sytuacji niezaspokojenia popytu nabywców [4].

## 2 GRA LOGISTYCZNA PRZEDSTAWIAJĄCA EFEKT BYCZEGO BICZA

Złożoność globalnych sieci logistycznych i wydłużanie łańcuchów dostaw doprowadza do utrudnień w procesie przepływu informacji między poszczególnymi ogniwami. Znaczne rozproszenie producentów, klientów i dystrybutorów negatywnie wpływa na ich komunikację. Ten problem w szczególności dotyka małe i średnie przedsiębiorstwa, które w dużej mierze nie dysponują odpowiednimi narzędziami informatycznymi usprawniającymi przepływ danych. W odpowiedzi na tego typu problemy został zainicjowany europejski projekt Essence (Easy eServices to Shape and Empower SME Networks in Central Europe), którego partnerem jest Instytut Logistyki i Magazynowania.

Celem projektu jest zwiększenie dostępu przedsiębiorstw z obszaru Europy Środkowej do pakietu e-usług oraz bazy wiedzy, które mogą być przydatne w różnorodnych warunkach prowadzenia działalności gospodarczej. Proponowane rozwiązania mają za zadanie wspomóc w jak najlepszym kształtowaniu i obsłudze własnych sieci zaopatrzenia, optymalizacji transportu oraz w przewyciężeniu braku efektywności w powyższym zakresie, a przez to umożliwić obniżenie kosztów oraz poprawę wydajności, zarówno wewnętrznej, jak i względem partnerów handlowych. Projekt koncentruje się przede wszystkim na małych i średnich przedsiębiorstwach działających w dziedzinie produkcji przemysłowej jako centrum sieci współpracy tworzonej z ich partnerów produkcyjnych, tzn. dostawców i podwykonawców. W rzeczywistości, większość małych i średnich przedsiębiorstw w Europie Środkowej należy do tej kategorii, ponieważ mają one swoje własne sieci i są jednocześnie dostawcami lub podwykonawcami klientów wyższego poziomu. Przedsiębiorstwa te stanowią trzon gospodarki Europy Środkowej. Ich atutami są wybitne zdolności do realizacji i eksportu wysokiej jakości produktów oraz wewnętrzna elastyczność w zakresie dostosowywania się do ciągle zmieniających się warunków rynkowych. Ich słabe punkty to ograniczone możliwości

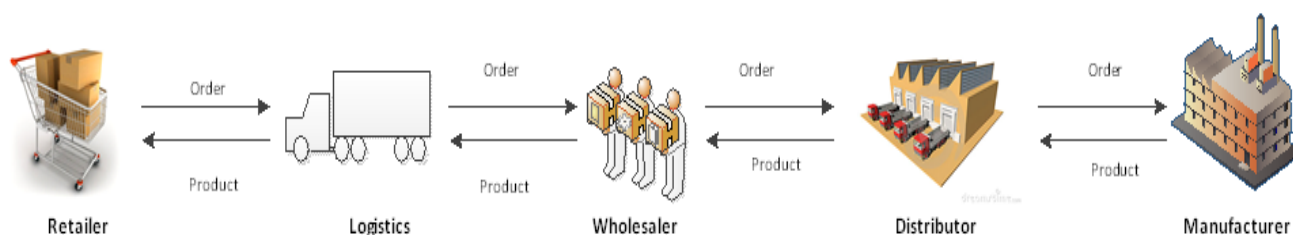
inwestycyjne oraz operacyjne trudności wynikające z ograniczonego dostępu do wiedzy i odpowiednich rozwiązań teleinformatycznych<sup>3</sup>.

W ramach konferencji promocyjnych projektu Essence, zaproszone zostały firmy z sektora MŚP. Podczas dyskusji uczestnicy podzielili się problemami z jakimi borykają się małe i średnie przedsiębiorstwa w kontekście procesów logistycznych. Wśród głównych trudności wskazywane było prognozowanie popytu, zmienna sezonowość, a co za tym idzie potrzeba utrzymywania wysokiego poziomu zapasów, w celu zachowania odpowiedniego wskaźnika obsługi klienta.

Kolejną barierą był brak środków finansowych na rozwój technologiczny i informatyczny przedsiębiorstw oraz ograniczony dostęp do innowacji. Co więcej, słaba komunikacja zarówno między działami w firmie, jak i w ramach całego łańcucha dostaw, doprowadza do opóźnień w przepływie danych oraz wzrost kosztów spowodowany zniekształceniem informacji.

W związku z powyższym jednym z produktów powstałych w projekcie Essence jest Gra logistyczna, która została opracowana przez ekspertów Instytutu Logistyki i Magazynowania, w celu zapoznania sektora MŚP ze skutkami nieefektywnego zarządzania łańcuchami dostaw.

Gra logistyczna to symulacja oparta na pracy Johna D. Stermana z Massachusetts Institute of Technology, tzw. The Beer Distribution Game, rozbudowana o aspekt logistyczny łańcucha dostaw. Gra ta jest wirtualnym odzwierciedleniem realnych przepływów, zarówno produktów jak i informacji, w łańcuchu dostaw między poszczególnymi jego ogniwami (rynek – sprzedawca detaliczny – hurtownik – dystrybutor – producent). Celem każdego z uczestników jest osiągnięcie jak największych zysków poprzez zaspokojenie zgłaszanego popytu przy jak najniższych kosztach.



Rys. 1. Gra logistyczna – przepływ produktów i zamówień w łańcuchu dostaw

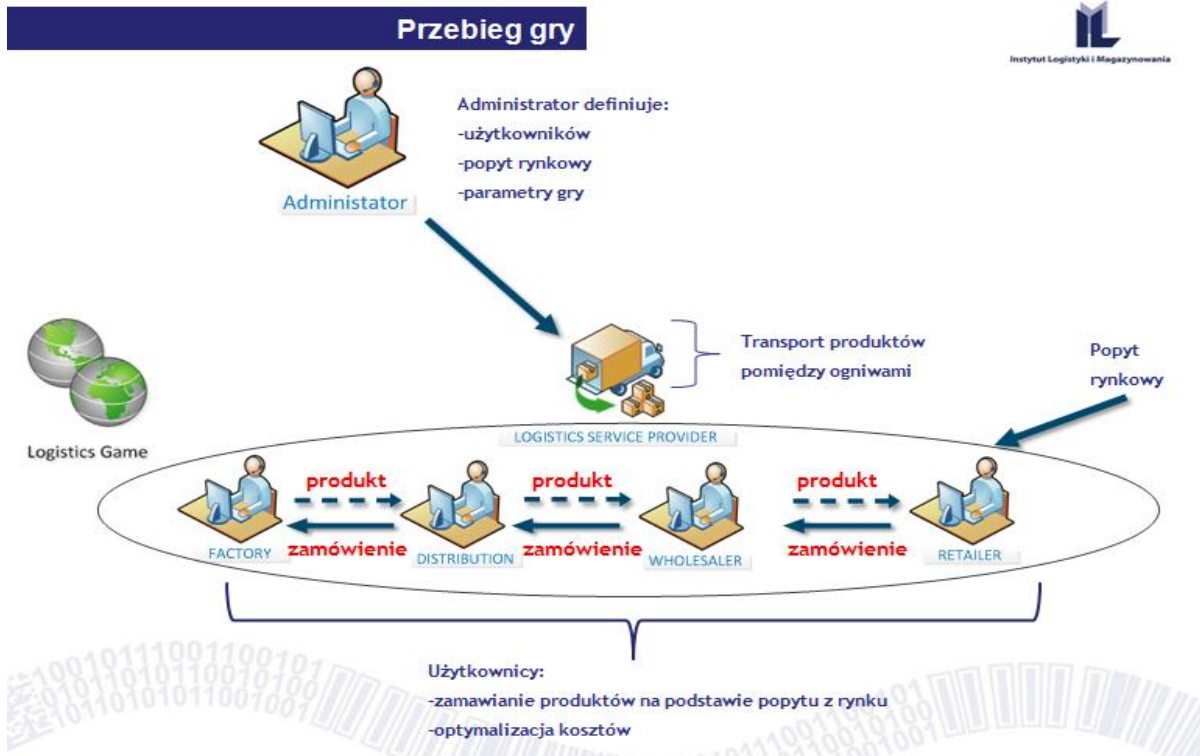
Każdy z graczy reprezentuje pewien sektor rynku, ma do dyspozycji dane historyczne oraz swobodę zamawiania towaru. Musi jednak, tak jak w prawdziwej sytuacji biznesowej, uwzględniać swoje ograniczenia budżetowe, koszty magazynowania oraz ryzyko niezrealizowania zamówienia.

Gra logistyczna rozgrywana jest z wykorzystaniem komputerów oraz Internetu, dzięki czemu wszystko dzieje się na ekranie, a uczestnicy nie muszą przebywać w tym samym pomieszczeniu. Gra przebiega w rundach. W każdej z nich gracz musi dokonać analizy sytuacji i prognozy zamówień dla następnej tury.

Celem dydaktycznym gry jest ukazanie przyczyn powstawania efektu byczego bicza, czyli wzmocnionego przenoszenia zmian popytu w kolejnych ogniwach. Gra jest dodatkowo rozszerzona o możliwość łączenia się w grupy zakupowe, dające zniżkę oraz pozycję logistyka-spedytora planującego flotę. Istotną modyfikacją jest również możliwość komunikacji między uczestnikami gry w czasie rzeczywistym, dzięki czemu mogą oni poprawiać trafność swoich decyzji.

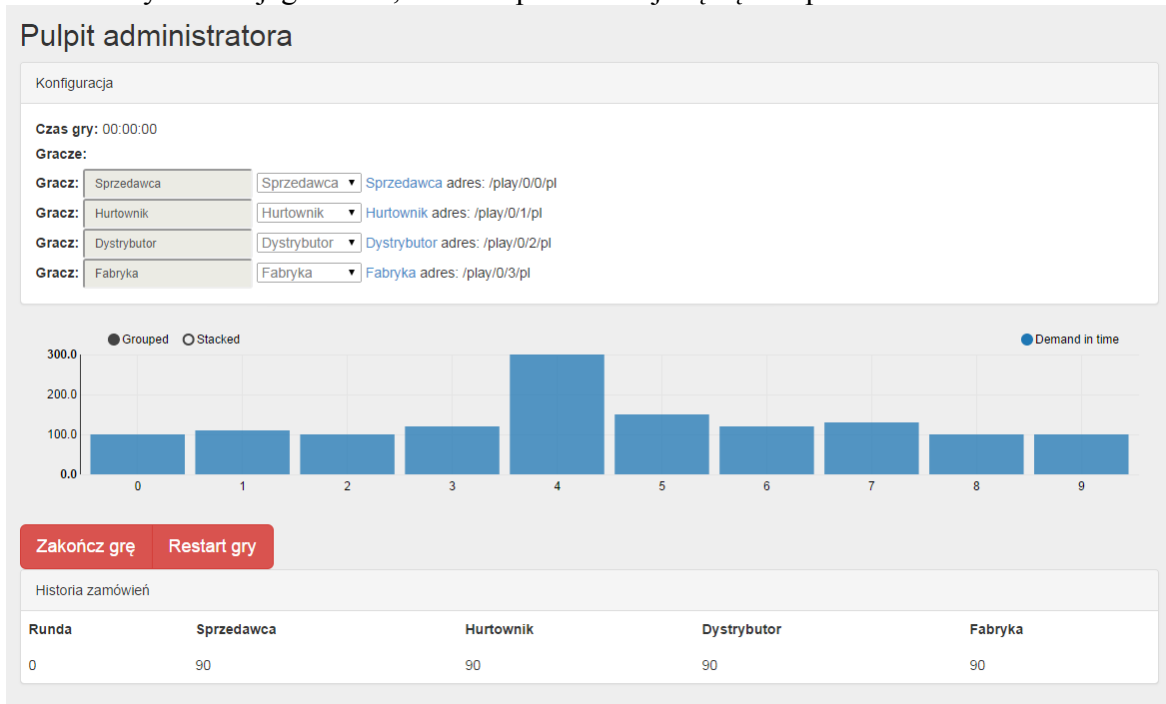
Gra logistyczna jest przydatnym narzędziem edukacyjnym zarówno dla pracowników działających w obszarze zarządzania łańcuchami dostaw, jak i studentów stawiających pierwsze kroki w tej dziedzinie, ukazującym w prosty i empiryczny sposób zależności zachodzące między poszczególnymi uczestnikami rynku.

<sup>3</sup> <http://iw.org.pl/pl/innowacyjne-przedsiębiorstwa/projekt-essence>



Rys. 2. Gra logistyczna – schemat przebiegu gry

Przygotowanie do gry rozpoczyna administrator poprzez wskazanie roli uczestników, ustalenie parametrów takich jak cena produktu, koszty magazynowania, początkowa wielkość zapasów, koszty transportu itp. oraz poziom popytu rynkowego w poszczególnych tygodniach, który będzie dla graczy bazą do podejmowania decyzji o kolejnych zamówieniach. Następnie każdy uczestnik otrzymuje adres internetowy do swojego konta, wraz z opisem roli jaką będzie pełnić w łańcuchu dostaw.

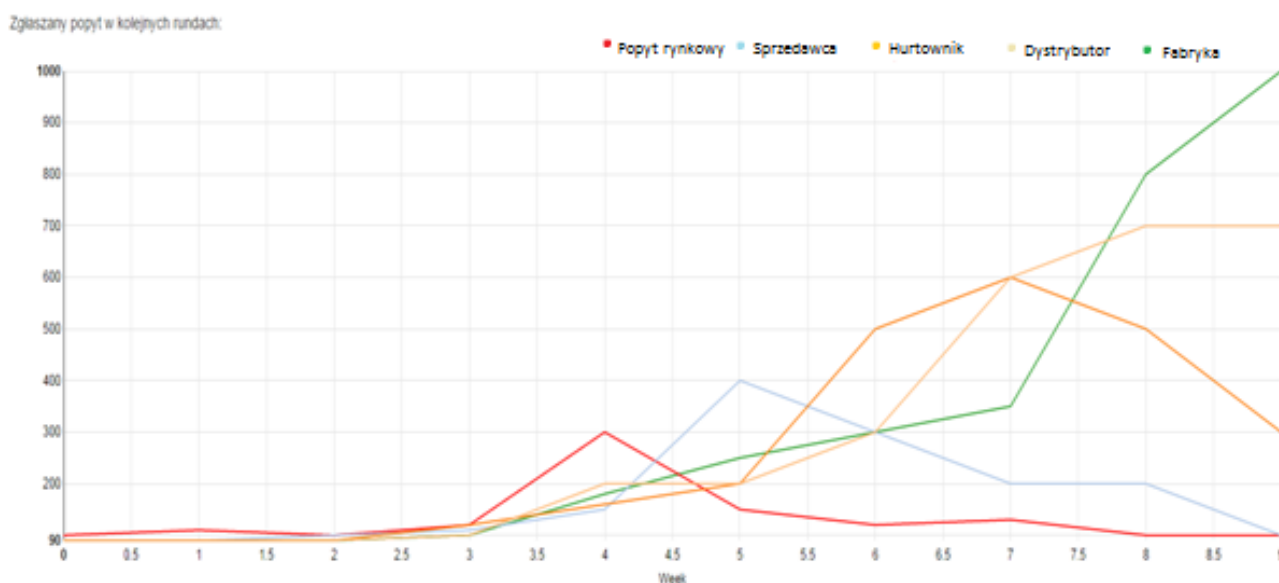


Rys. 3. Gra logistyczna – widok ekranu ‘Pulpit administratora’

Sprzedawca ma za zadanie zrealizować zapotrzebowanie klienta detalicznego, biorąc pod uwagę popyt z poprzednich rund, dostawy in-transit oraz obecną wielkość zapasu, aby finalnie osiągnąć jak najlepszy wynik finansowy. W tym celu składa on zamówienie do kolejnego ogniwa jakim jest Hurtownik. Analogicznie postępują kolejni uczestnicy sieci dystrybucji. Obowiązuje reguła, że zamówiony towar dostarczany jest w następnej rundzie. Jeżeli występują zaległe zlecenia, to są one realizowane przez dostawcę w pierwszej kolejności, a następnie te z bieżącego tygodnia. Główna zasada w pierwszej turze nie pozwala na komunikację między uczestnikami, co uniemożliwia przepływ informacji dodatkowych.

Plan popytu rynkowego ustalony przez administratora zakłada pewną stałość zamówień w całym okresie trwania gry, z wyjątkiem jednego znacznego wzrostu występującego w połowie rozgrywki (patrz rys. 3). Celem takiej konfiguracji ustawień jest wywołanie niepokoju wynikającego z nieoczekiwanej zmiany popytu. Tego typu sytuacje zdarzają się w rzeczywistości biznesowej. Przykładem może być branża napojów, gdzie ze względu na niespodziewany wzrost temperatury popyt ożywia się doprowadzając do strategicznie nieprzemyślanej reakcji ogniw odpowiedzialnych za dostarczenie towaru.

Choć do tej pory warsztaty z zarządzania łańcuchami dostaw z wykorzystaniem Gry logistycznej były przeprowadzane już kilkunastokrotnie, za każdym razem zachowanie uczestników jest typowe a ich odpowiedzi na pojawiające się zmiany rynkowe są bardzo zbliżone. Wynika to z faktu, iż mimo wieloletniej praktyki i doświadczenia w branży, managerowie logistyki nie mają świadomości jak decyzje podejmowane w ramach pojedynczego ogniwa wpływają na sytuację w całym łańcuchu dostaw.



Rys. 4. Gra logistyczna – widok ekranu ‘Raport końcowy’

Powyższy wykres ukazuje końcowe wyniki zgłaszanego popytu dla jednej z przeprowadzonych rozgrywek. Zgodnie z ustawieniami administratora (patrz rys. 3), popyt detaliczny kształtował się na poziomie 100-120 palet, a w 4 tygodniu wzrósł do 300 powracając następnie do poprzednich wartości. Jak łatwo zauważyć przez pierwsze 3 rundy popyt zgłaszany przez graczy był niewielki i równocześnie związany z pewnym poziomem zapasów, który wystarczał na pokrycie bieżących zamówień. Sytuacja gwałtownie się zmieniła w momencie wzrostu popytu rynkowego. Z uwagi na to nieprzewidziane wahnięcia, gracze chcąc zabezpieczyć się przed kolejnym zaskoczeniem rozpoczęli budowanie zapasów magazynowych, co spowodowało lawinowy wzrost zamówień w całym łańcuchu dostaw. Mimo ponownego spadku zamówień detalicznych do poprzednich wartości uczestnicy nadal podejmowali nieuzasadnione decyzje zakupowe. Gdy w czwartym tygodniu popyt detaliczny

kształtował się na poziomie 300 palet (najwyższa wartość podczas całej rozgrywki), w odpowiedzi na to produkcja w Fabryce wynosiła 800 [pjł]. W kolejnej rundzie klienci zamówili jedynie 150 palet, natomiast zamówienie ostatniego ogniwa (Fabryka) było równe 1000 [pjł]. Mimo faktu, iż gracze mieli informacje o tym, że ich dostawca nie dysponuje odpowiednią ilością towaru na magazynie aby pokryć zgłaszane zapotrzebowanie, zamawiali jeszcze więcej, co powodowało dodatkowe opóźnienia i generowało znaczne koszty operacyjne. Tego typu wyniki ukazują irracjonalność zachowań poszczególnych podmiotów.

## WNIOSKI

Głównym wnioskiem płynącym z tego doświadczenia jest fakt, że nawet w obliczu stabilnego popytu, niewielkie wahania na poziomie konsumenta, powodują znaczne wzmocnienie efektu wzrostu zapasów w górze łańcucha.

Podczas każdego warsztatu na zakończenie gry prezentowane są zbiorcze wyniki dla całej sieci, a następnie omawiane są przyczyny i skutki podejmowanych przez graczy decyzji.

Problemy z jakimi spotykali się uczestnicy to brak bezpośredniego dostępu do informacji z rynku, nieprzewidywalność zachowań konsumentów, brak kooperacji między ogniwami oraz opóźnienia w dostawie związane z niedoborami magazynowymi. Często popełniane błędy to brak analizy i uczenia się na wydarzeniach z przeszłości, koncentracja jedynie na własnych wynikach oraz szukanie winy w innym ogniwie. Co więcej skupianie się na konkretnym zdarzeniu (skutku) a nie na przeciwdziałaniu jego przyczynie finalnie pogarszało sytuację finansową przedsiębiorstwa.

Omówienie tej sytuacji pozwoliło graczom zrozumieć mechanizm powstawania efektu byczego bicza i zidentyfikować przeszkody w kształtowaniu efektywnego łańcucha dostaw.

Uczestnicy pytani o możliwości poprawienia wyników wskazywali potrzebę wprowadzenia komunikacji i koordynacji działań między ogniwami, usprawnienie przepływu informacji, dostęp do pełnych prognoz i sezonowości popytu oraz utrzymywanie zapasów bezpieczeństwa na magazynie.

W kolejnej rozgrywce gracze otrzymali możliwość przesyłania wiadomości tekstowych pomiędzy ogniwami łańcucha, mieli podgląd do prognoz, dostępna była funkcja grupowych zakupów, która dzięki współpracy uczestników pozwala na obniżenie kosztów operacyjnych oraz posiadali nieograniczony wgląd do informacji z rynku.

Racjonalizacja podejmowanych decyzji, która nastąpiła dzięki lepszemu zrozumieniu problemu, możliwości komunikacji i współpracy w sieci oraz dostępowi do informacji, doprowadziła do znacznego polepszenia wyników końcowych drugiej tury.

Choć w tym przypadku rezultaty dotyczyły jedynie wirtualnej gry, warto sobie uświadomić, że zrozumienie procesów i wpływu decyzyjności jednostki na cały łańcuch dostaw, może przynieść wymierne korzyści finansowe wszystkim partnerom biznesowym.

## Streszczenie

*Autorzy prezentują grę logistyczną, która jest wirtualnym odzwierciedleniem realnych przepływów, zarówno produktów, jak i informacji, w łańcuchu dostaw między poszczególnymi jego ogniwami (rynek – sprzedawca detaliczny – hurtownik – dystrybutor – producent). Celem każdego z uczestników jest osiągnięcie jak największych zysków poprzez zaspokojenie zgłaszanego popytu przy jak najniższych kosztach. Celem dydaktycznym gry jest ukazanie przyczyn powstawania efektu byczego bicza, czyli wzmocnionego przenoszenia zmian popytu w kolejnych ogniwach. W realnej działalności gospodarczej każde przedsiębiorstwo pragnie obniżyć koszty własnej działalności. Niejednokrotnie jednak bywa tak, że menadżerowi podejmując próbę redukcji kosztów, przerzucają je na inne ogniwa działające w łańcuchu dostaw. W konsekwencji działanie takie jest bardzo krótkowzroczne, bowiem wszelkie koszty generowane przez ogniwa łańcucha dostaw, odczuwalne są finalnie w cenie produktu, za którą nabywa go konsument. Skupić bowiem należy się na zwalczaniu zakłóceń występujących w łańcuchu dostaw, do których zaliczyć można między innymi efekt byczego bicza. Poprawa komunikacji oraz lepszy dostęp do informacji wśród ogniw funkcjonujących w łańcuchu dostaw, doprowadzić może do znaczących efektów, co autorzy w niniejszym artykule starają się udowodnić.*

## Bullwhip effect in supply chain management

### **Abstract**

*The authors also introduce the Logistics Game, which is a virtual reflection of the real products and information flow in chain supply between its particular cells (market - retailer - wholesaler - distributor - manufacturer). The goal of each participant is to achieve the greatest profits by satisfying reported demand at the lowest cost. Didactic aim of the game is to present the reasons of the bull whip effect formation, which is a reinforced demand transfer between cells of the supply chain. In a real business environment every company wants to reduce the cost of its activities. However, it happens often, that managers in an attempt to reduce costs, toss them into other cells acting in the common supply chain. Such action is very short-sighted, because all costs generated by the supply chain, are eventually included in the acquire price of the product. Thus, there is a need to focus on combating disturbances occurring in the supply chain, such as the bull whip effect. Improved communication and better access to information among cells operating in the supply chain can lead to significant results, which the authors are trying to prove in this article.*

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Christopher M., Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, Strategie obniżki kosztów i poprawy poziomu usług, Polskie Centrum Doradztwa Logistycznego, Warszawa, 2000.
2. Ciesielski M., Pojęcie, rozwój i rodzaje łańcuchów dostaw, w: Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw, red. M. Ciesielski, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2009.
3. Dobos I., The analysis of bullwhip effect In a HMMS-type supply chain, International Journal of Production Economics, Volume 131, issue 1, Innsbruck, May 2011.
4. Mesjasz-Lech A., Efekt byczego bicza a zarządzanie zapasami w łańcuchu dostaw, Logistyka 2012/5, dodatek płyta CD nr 1 „Logistyka nauka – artykuły recenzowane”.
5. Nowakowska – Grunt J., Rola centrów logistycznych w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw, Logistyka 2011/6, dodatek płyta CD nr 1 „Logistyka nauka – artykuły recenzowane”.
6. Pluta-Zaremba A., Efekt byczego bicza w łańcuchu dostaw, Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 5/2002.
7. Zabawa J., Efekt byczego bicza w modelu łańcucha dostaw, Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Nr 83, Wrocław 2007.