

SYMULACYJNA GRA DECYZYJNA JAKO NARZĘDZIE POZNAWANIA KONSEKWENCJI BŁĘDNYCH DECYZJI W LOGISTYCZNYM ŁAŃCUCHE DOSTAW

Jerzy MIESZANIEC¹, Ewa OLEJARZ-MIESZANIEC²

1. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle, tel.: 12 8882309, e-mail: mieszan@agh.edu.pl
2. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Katedra Informatyki, tel.: 12 3283303, e-mail: ewao@agh.edu.pl

Streszczenie: Artykuł prezentuje zastosowanie wdrożonego przez autorów systemu informatycznego do prowadzenia logistycznej gry decyzyjnej, zwracając szczególną uwagę na zależności występujące pomiędzy podejmowanymi przez uczestników kolejnymi decyzjami oraz konsekwencjami popełnionych błędów dla prowadzonego przez nich przedsiębiorstwa, jak i dla funkcjonowania pozostałych przedsiębiorstw działających na tym samym rynku. W oparciu o przeprowadzone badania ankietowe autorzy wskazują na działania związane z przygotowaniem decyzji, które są przyczyną największych trudności oraz błędy popełniane przez największą liczbę uczestników. Popelnianie tych błędów sprawia, że poznanie zależności występujących w systemie logistycznym przedsiębiorstwa w warunkach rzeczywistych byłoby dla niego niebezpieczne, stąd wykorzystanie w tym celu gry symulacyjnej zdaniem autorów jest jak najbardziej wskazane. Potwierdzeniem tej oceny autorów są zaprezentowane w artykule wyniki badań ankietowych.

Słowa kluczowe: e-learning, logistyka, gra symulacyjna.

1. ZNACZENIE KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Wywołana postępowaniem technicznym rosnąca złożoność produktów determinuje potrzebę tworzenia przez przedsiębiorstwa produkcyjne sieci dostawców, dostarczających niezbędne do produkcji surowce, części i podzespoły. Efektywna skala produkcji kształtująca się na wysokim poziomie zmusza do szukania odbiorców produktów gotowych na całym świecie, a tym samym budowy rozległej sieci odbiorców. Konieczność budowy przez przedsiębiorstwa produkcyjne skomplikowanej sieci powiązań z oddalonymi geograficznie kooperantami i synchronizacji czasu oraz wielkości dostaw, odpowiadającej zapotrzebowaniu podnosi znaczenie zarządzania logistycznym łańcuchem dostaw.

Powtarzając za K. Witkowskim [1]: „Istotą współczesnego zarządzania łańcuchami dostaw jest proces decyzyjny związany z synchronizowaniem fizycznych, informacyjnych i finansowych strumieni popytu i podaży przepływających między jego uczestnikami w celu osiągnięcia przez nich przewagi konkurencyjnej i tworzenia wartości dodanej z korzyścią dla wszystkich jego ogniw, klientów oraz pozostałych interesariuszy.”

Trafność decyzji podejmowanych w tym obszarze zarządzania przedsiębiorstwem przez specjalistów ds.

zaopatrzenia, inżynierów produkcji i specjalistów ds. sprzedaży staje się w warunkach współczesnej konkurencji kluczowa dla efektywnego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Tym samym rodzi się konieczność uświadomienia znaczenia tych decyzji i konsekwencji błędów popełnionych w trakcie ich podejmowania już w procesie kształcenia, gdyż uświadamianie sobie tego przez menedżera dopiero podczas pracy w funkcjonującym przedsiębiorstwie może być dla tego przedsiębiorstwa niebezpieczne.

Popelniony błąd może skutkować brakiem surowców niezbędnych do produkcji, a tym samym przestojem całego przedsiębiorstwa lub wysokimi kosztami sprowadzenia brakujących surowców w trybie ekspresowym. Może również spowodować braki produktów gotowych w sieci dystrybucji, a tym samym poniesienie przez przedsiębiorstwo kosztu potencjalnie utraconych korzyści. Błędne decyzje mogą również doprowadzić do przepełnienia magazynów i ponoszenia kar za przetrzymywanie środków transportu, których nie można rozładować. Utrzymywanie nadmiernych zapasów generuje równocześnie koszty związane z kredytowaniem ich zakupu. Skutkiem takiego uczenia się na funkcjonującym przedsiębiorstwie może być nawet jego upadłość.

Aby uniknąć takich niebezpieczeństw, stosuje się w dydaktyce modele oraz gry symulacyjne. Zastosowanie takiej właśnie gry symulacyjnej proponują autorzy.

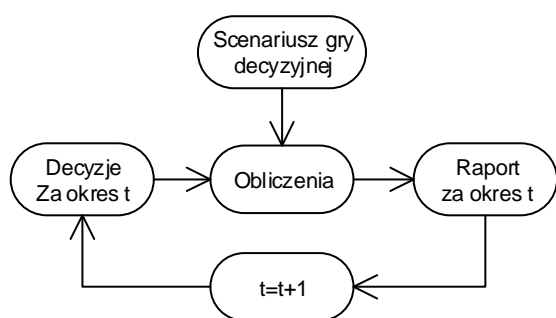
2. MODEL SYMULACJI PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W GRZE DECYZYJNEJ

W pracy [2] zostały przedstawione zasady i model uproszczonego odwzorowania rzeczywistości w grze symulującej zarządzanie procesami logistycznymi przedsiębiorstwa produkcyjno-handlowego. Zaprezentowana w niej gra została opracowana przez profesora Jamesa L. Hesketta, a następnie rozwinięta przez Ohio State University w taki sposób, by nie wymagała pomocy maszyn liczących. Od tego czasu była ona zmieniana, bądź przystosowywana do zajęć ćwiczeniowych z wykorzystaniem maszyn liczących, przez pracowników naukowych uniwersytetów: University of Minnesota, Southern Illinois University i University of North Florida. Prezentowana w cytowanej pracy [2] wersja, przystosowana do współpracy

z komputerem osobistym, została opracowana w University of Minnesota i odbiega znacznie od pierwotnej wersji przygotowanej z myślą o wykorzystaniu dużych maszyn liczących.

Gracz ma za zadanie zarządzać logistycznym łańcuchem dostaw przedsiębiorstwa w taki sposób, aby osiągnąć jak największy zysk. Przedsiębiorstwo w modelu posiada jeden zakład produkcyjny ze zlokalizowanym przy nim magazynem surowców i sprzedaje produkt w pięciu miastach, w których posiada składy produktów gotowych. Do produkcji potrzebuje w różnych proporcjach trzy rodzaje surowców dostarczanych przez odrębnych dostawców.

Gra przebiega zgodnie z ustalonym scenariuszem. Po ustaleniu sytuacji początkowej i przygotowaniu raportów startowych, uczestnicy gry na ich podstawie podejmują pierwsze decyzje. Po podjęciu decyzji w danej turze są wykonywane obliczenia oraz generowane raporty, które stanowią podstawę podejmowania decyzji w kolejnej turze rozgrywki. Rysunek 1 przedstawia schemat przebiegu rozgrywki w grze symulacyjnej.



Rys. 1. Schemat przebiegu gry symulacyjnej

Na podstawie tego modelu oraz doświadczeń autora nabytych podczas korzystania z systemu do prowadzenia logistycznej gry decyzyjnej powstałego na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, a opisanych w pracach [3] i [4], opracowano założenia nowej implementacji. W oparciu o nie, w ramach pracy magisterskiej Macieja Kopcia zrealizowanej w Katedrze Informatyki Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH, powstała internetowa platforma symulacyjnej gry decyzyjnej wspomagającej nauczanie logistyki nazwana LoGame.

System został zrealizowany w oparciu o architekturę klient-serwer. Wszystkie operacje oraz obliczenia wykonywane są na serwerze, natomiast klient komunikuje się z nim jedynie przez interfejs graficzny za pośrednictwem dowolnej przeglądarki internetowej. Przy tworzeniu wykorzystano wzorzec projektowy MVC oraz język programowania Python w połączeniu z frameworkiem Django. Serwer baz danych wykorzystuje system zarządzania MySQL, który jest kompatybilny z frameworkiem Django oraz umożliwia wykonanie w każdym momencie kopii bazy danych, a także przywrócenie bazy z pliku w formacie .sql, zachowanego na dysku komputera zewnętrznego.

3. RODZAJE DECYZJI W GRZE SYMULUJĄCEJ LOGISTYCZNY ŁAŃCUCH DOSTAW

Jak zauważono w pracy [5], „siłą napędową działań w łańcuchu dostaw nie są dostawy, lecz popyt kreowany

przez klientów”. Z identyczną sytuacją mamy do czynienia w wykorzystanym modelu symulacyjnym.

Wielkość sprzedaży częściowo jest zdeterminowana założonym z góry w grze kształtowaniem się popytu, a częściowo jest uzależniona od decyzji podejmowanych przez gracza oraz konkurujących z nim w tych samych miastach innych graczy, gdyż popyt w każdym z pięciu miast jest rozdzielany pomiędzy czterech graczy w zależności od ich możliwości sprzedaży, a zatem nie konkurują oni ceną, lecz dostępnością towaru.

Aby towar był dostępny w sprzedaży, musi zostać dowieziony z zakładu produkcyjnego gracza do poszczególnych miast, w których znajdują się jego składy produktów gotowych. Trzeba jednak pamiętać, że składy mają ograniczoną pojemność i że za składowanie produktów, które nie zostaną w danej turze gry sprzedane naliczone zostaną koszty magazynowania. Konieczne jest zatem obliczenie ilości produktów, które zostaną w poszczególnych miastach sprzedane. Nie stanowiłoby to problemu, gdyby nie nieprzewidywalność zachowań pozostałych graczy. Jeśli nie będą oni w stanie zaspokoić przydzielonego im popytu, to popyt ten zostanie przydzielony tym graczom, którzy będą w danym mieście dysponowali towarem na składzie. Zaspokojenie popytu, który miał zaspokoić konkurent, może w sposób nieprzewidywany spowodować wzrost sprzedaży powyżej poziomu wynikającego z obliczeń. Ponadto, związane jest z wzrostem „w nagrodę” sprzedaży powyżej poziomu założonego z góry w kolejnej turze i koniecznością zapewnienia większej od przewidywanej wielkości kolejnych dostaw produktów gotowych.

Gracz w odniesieniu do dostaw produktów gotowych podejmuje decyzje o ilości produktów gotowych transportowanych do poszczególnych miast oraz musi określić:

- skąd mają być transportowane produkty (z zakładu produkcyjnego czy ze składu w innym mieście),
- jakim rodzajem transportu mają być transportowane (zwykłym lub ekspresowym),
- jaki rodzaj przesyłki ma zostać wybrany (całopojazdowa lub drobnicowa).

Od wybranych wariantów zależy koszt transportu oraz czas dostawy. Wybór przesyłki całopojazdowej nakłada również ograniczenia co do ilości transportowanych produktów, która musi stanowić wielokrotność ładowności środka transportu.

Podejmując decyzje o ilości transportowanych produktów gotowych, gracz musi zdawać sobie sprawę z tego, że aby dostarczyć określoną ilość produktów gotowych do składów trzeba najpierw te produkty wyprodukować i tu pojawia się kolejna decyzja do podjęcia o wielkości produkcji oraz jej trybie (zwykły lub ekspresowy). Od tego będzie zależał koszt jednostkowy produkcji produktu oraz dostępność produktów w czasie.

Zakład produkcyjny ma ograniczoną zdolność produkcyjną i stopień jej wykorzystania wpływa na koszt produkcji podobnie jak tryb produkcji. Nie można również uruchomić produkcji poniżej określonej wielkości. Produkcja w trybie zwykłym trwa dwie tury decyzyjne, a zatem trzeba taką decyzję podejmować z dużym wyprzedzeniem. Produkcja ekspresowa dostępna jest od razu w tej samej turze decyzyjnej, ale koszt wyprodukowania wyrobu w trybie ekspresowym jest sześciokrotnie wyższy. Gracz musi sobie zdawać sprawę z tych konsekwencji podejmowanych decyzji, ale przede wszystkim musi sobie

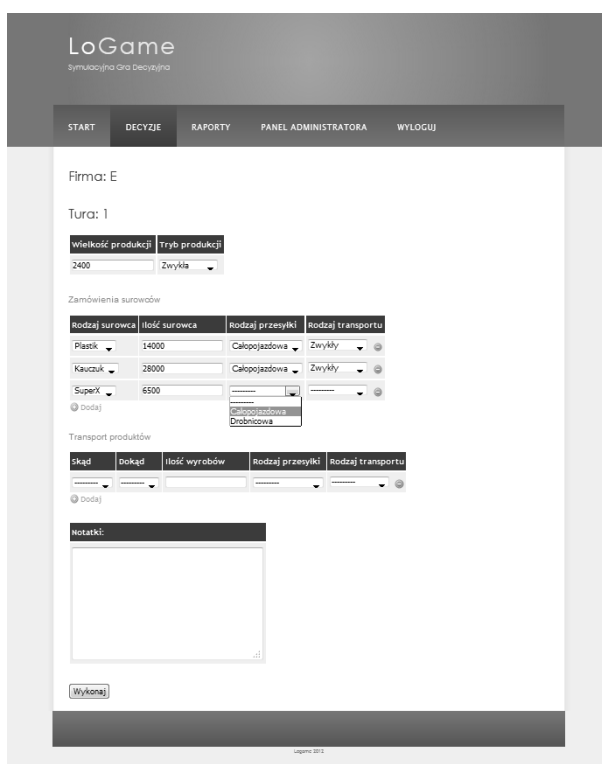
uświadomić, że nie może uruchomić produkcji, jeżeli wcześniej nie zapewnił potrzebnych do jej uruchomienia surowców i tu mamy kolejne decyzje w logistycznym łańcuchu dostaw napędzanym przez popyt.

Do wyprodukowania jednostki produktu potrzebne są trzy różne surowce, wykorzystywane w różnej ilości i sprowadzane z różnych miejsc. Tym samym gracz musi zdecydować o:

- wielkości zamówień poszczególnych surowców,
- rodzaju transportu, którym mają być transportowane (zwykły lub ekspresowy),
- rodzaju przesyłki, która ma zostać wybrana (całopojazdowa lub drobnicowa).

Podobnie jak w przypadku transportu produktów gotowych, od wybranych wariantów zależy koszt transportu oraz czas dostawy, a wybór przesyłki całopojazdowej nakłada ograniczenia co do ilości transportowanych surowców, która musi stanowić wielokrotność ładowności środka transportu.

W przypadku zamówień dostaw surowców szczególnie istotne jest zwrócenie uwagi na czas transportu i zsynchronizowanie go z potrzebami produkcyjnymi, gdyż magazyn surowców, podobnie jak składy produktów gotowych, ma ograniczoną pojemność, a za składowanie surowców, które nie zostaną po dostawie zużyte do produkcji, naliczane są koszty magazynowania. Przygotowanie tych decyzji komplikuje fakt, że czas dostawy każdego z trzech surowców jest inny i że najdłuższy czas dostawy jednego z surowców wynosi 6 tur decyzyjnych. Te różnice, przy dążeniu do podejmowania optymalnych ekonomicznie decyzji, skłaniają do planowania wielkości produkcji na kilka tur do przodu i zamawiania jednego rodzaju surowca w jednej decyzji różnymi rodzajami transportu i różnymi rodzajami przesyłki, tak aby kolejne partie surowca dochodziły w różnym czasie, gdyż jak wiadomo im dłuższy czas dostawy, tym niższe jej koszty.



Rys. 2. Ekran podejmowania decyzji platformy LoGame

Rysunek 2 przedstawia ekran podejmowania decyzji w logistycznej grze decyzyjnej LoGame.

Jak wspomniano na początku, zadaniem gracza jest osiągnięcie jak największego zysku, obliczanego jako różnica pomiędzy przychodami ze sprzedaży a poziomem kosztów całkowitych, zgodnie ze wzorem:

$$Z = P_s - K_c \quad (1)$$

gdzie: Z – osiągnięty zysk, P_s – przychody ze sprzedaży obliczane jako ilość sprzedanych produktów pomnożona przez stałą cenę 200\$ za sztukę, K_c – koszty całkowite.

Koszty całkowite stanowią z kolei sumę kosztów produkcji, kosztów zakupu surowców oraz kosztów logistycznych:

$$K_c = K_p + K_{zs} + K_l \quad (2)$$

gdzie: K_c – koszty całkowite, K_p – koszty produkcji zależne od jej wielkości i trybu, K_{zs} – koszty zakupu surowców obliczane jako ilość zakupionych surowców pomnożona przez stałą cenę 4\$ za jednostkę każdego rodzaju surowca, K_l – łączne koszty logistyczne.

Na koszty logistyczne składają się całkowite koszty transportu i magazynowania surowców oraz produktów gotowych. W kosztach magazynowania uwzględnione zostają koszty stałe utrzymania składów produktów gotowych i składu surowców oraz koszty zmienne związane z kredytowaniem posiadanych zapasów oraz kosztami ich przechowywania:

$$K_l = K_{tp} + K_{ts} + K_{mp} + K_{ms} \quad (3)$$

gdzie: K_l – łączne koszty logistyczne, K_{tp} – koszty transportu produktów gotowych, zależne od ilości, odległości, rodzaju transportu i przesyłki, K_{ts} – koszty transportu surowców, zależne od ilości, rodzaju surowca, rodzaju transportu i przesyłki, K_{mp} – koszty magazynowania produktów gotowych, zależne od ilości wyrobów w magazynie i stopnia jego zapełnienia, K_{ms} – koszty magazynowania surowców, zależne od ilości surowców w magazynie i stopnia jego zapełnienia.

Osiągnięcie celu gry, czyli wypracowanie największego zysku, wymaga zatem od gracza podjęcia ciągu zależnych od siebie decyzji.

Błędne decyzje mogą spowodować mniejsze przychody ze sprzedaży, kiedy zabraknie towaru w magazynie, na który byłiby chętni klienci, większe koszty produkcji, którą trzeba będzie uruchomić w trybie ekspresowym, by naprawić jakieś wcześniejsze błędy, które doprowadziły do braku produktów gotowych lub większe koszty transportu produktów gotowych lub surowców, które trzeba będzie nagle sprowadzić w nieoptymalnych pod względem ekonomiki transportu ilościach. Również decyzje, które doprowadzą do przepełnienia magazynów będą przyczyną wysokich kosztów magazynowych, a tym samym mniejszego zysku.

Na szczęście jest to tylko gra symulująca rzeczywistość i błędy popełniane przy podejmowaniu tych decyzji nie będą przyczyną realnych strat finansowych prawdziwego

przedsiębiorstwa. Porażka w tej grze może jednak być dobrą lekcją uświadamiającą konsekwencje popełnianych błędów w logistycznym łańcuchu dostaw.

4. OCENA TRUDNOŚCI DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z PRZYGOTOWANIEM DECYZJI

Wśród 34 uczestników logistycznej gry decyzyjnej, którymi byli studenci I roku studiów inżynierskich o kierunku Zarządzanie i inżynieria produkcji Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH, autorzy przeprowadzili badanie ankietowe mające na celu określenie, które działania związane z przygotowaniem decyzji do podjęcia były najtrudniejsze. Ankietowanym wskazano 8 działań, których trudność mieli ocenić w skali od 0 – „bardzo łatwe” do 5 – „bardzo trudne”:

- D1 - Obliczanie popytu do zaspokojenia w następnej turze;
- D2 - Obliczanie ilości potrzebnych do uruchomienia produkcji surowców;
- D3 - Synchronizacja terminu dostaw różnych surowców;
- D4 - Określenie potrzebnej wielkości produkcji;
- D5 - Określenie ile i gdzie wysłać produktów gotowych;
- D6 - Określenie odpowiedniej ilości transportowanych produktów gotowych ze względu na różnice dopuszczalnej ilości w transporcie zwykłym, ekspresowym, całopojazdowym i drobnicowym;
- D7 - Określenie odpowiedniej ilości transportowanych surowców ze względu na różnice dopuszczalnej ilości w transporcie zwykłym, ekspresowym, całopojazdowym i drobnicowym;
- D8 - Dobór odpowiedniego rodzaju transportu ze względu na czas dostawy.

Zestawienie ilości poszczególnych ocen nadanych wymienionym działaniom przedstawia tablica 1.

Tablica 1. Wyniki badania ankietowego stopnia trudności podejmowanych działań związanych z przygotowaniem decyzji

| Symbol działania | Liczba ocen | | | | | | Średnia ocena | Suma ocen |
|------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------------|------------|-------------------|---------------|-----------|
| | 0 - bardzo łatwe | 1 - łatwe | 2 - średnio łatwe | 3 - średnio trudne | 4 - trudne | 5 - bardzo trudne | | |
| D1 | 11 | 12 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1,32 | 45 |
| D2 | 8 | 14 | 10 | 1 | 0 | 1 | 1,24 | 42 |
| D3 | 5 | 11 | 7 | 6 | 2 | 3 | 1,94 | 66 |
| D4 | 6 | 9 | 9 | 6 | 2 | 2 | 1,85 | 63 |
| D5 | 3 | 10 | 14 | 4 | 2 | 1 | 1,85 | 63 |
| D6 | 5 | 13 | 6 | 10 | 0 | 0 | 1,62 | 55 |
| D7 | 5 | 13 | 8 | 7 | 1 | 0 | 1,59 | 54 |
| D8 | 8 | 17 | 5 | 3 | 1 | 0 | 1,18 | 40 |

Wszystkie wskazane do oceny działania otrzymały średnią ocenę w przedziale od 1 do 2, czyli uznane zostały za „łatwe” lub „średnio łatwe”, choć w ocenach pojedynczych uczestników gry pojawiały się również oceny 5, czyli „bardzo trudne”.

Za najtrudniejsze działanie ankietowani uczestnicy gry uznali „D3 - Synchronizacja terminu dostaw różnych surowców”. Kolejnymi działaniami sprawiającymi najwięcej trudności były „D4 - Określenie potrzebnej wielkości produkcji” i „D5 - Określenie ile i gdzie wysłać produktów gotowych”.

Za działania najłatwiejsze ankietowani uczestnicy uznali „D8 - Dobór odpowiedniego rodzaju transportu ze

względu na czas dostawy” oraz „D2 - Obliczanie ilości potrzebnych do uruchomienia produkcji surowców”.

Zatem, pomimo złożoności przyjętego w modelu symulacyjnym produktu składającego się z trzech surowców, obliczenie ilości poszczególnych surowców potrzebnych do wyprodukowania określonej liczby produktów gotowych nie stanowiło dla uczestników symulacyjnej gry decyzyjnej problemu. Było to jednak zadanie bardziej związane z technologią produkcji niż z logistyką. Aspekt logistyczny zapewnienia odpowiedniej liczby surowców do produkcji stanowił bowiem największy problem (działanie D3), pomimo deklarowanego braku trudności w doborze odpowiedniego rodzaju transportu ze względu na czas dostawy (działanie D8).

Jak się okazuje, łatwo określić ile potrzeba surowców, ale trudno określić terminy zamówień i dostaw tak, aby wszystkie surowce niezbędne do produkcji dotarły we właściwym momencie, by bez magazynowania mogły zostać zużyte do produkcji.

Kolejne problemy związane są z mimo wszystko nieprzewidywalnością popytu, a tym samym trudnością z określeniem ile wyprodukować (działanie D4) i gdzie to wysłać, by się sprzedało (działanie D5), ale takich dylematów nie sposób uniknąć również w rzeczywistości gospodarczej.

5. BŁĘDY W PODEJMOWANYCH DECYZJACH I ICH KONSEKWENCJE

Trudności, z którymi przyszło się zmierzyć uczestnikom logistycznej gry decyzyjnej z pewnością uświadomiły im związki występujące pomiędzy sprzedażą, produkcją i zaopatrzeniem. Większości z nich nie udało się też ukończyć gry bez popełnienia błędów.

Autorzy zapytali ich w ankiecie o popełnione błędy i problemy, które wywołały, prosząc o odpowiedź: „tak”, „nie” lub „nie pamiętam”:

B1 - Czy zdarzyło się, że nie mogliście uruchomić produkcji ze względu na brak zamówionych wcześniej surowców?

B2 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na rozwiezenie produktów gotowych do innych miast niż były potrzebne?

B3 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na nie rozwiezenie produktów gotowych, które posiadaliście?

B4 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na brak wyprodukowanych w odpowiedniej ilości produktów gotowych?

B5 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć magazyn produktów gotowych przy zakładzie produkcyjnym?

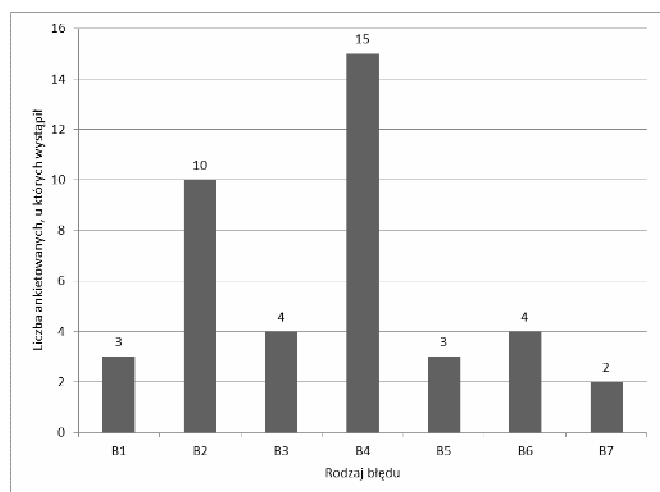
B6 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć któryś z pozostałych magazynów produktów gotowych (poza przyzakładowym)?

B7 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć magazyn surowców?

Zestawienie ilości odpowiedzi „Tak” na pytania o poszczególne błędy prezentuje wykres. (rys. 3)

Jak widać na wykresie, największej liczbie uczestników logistycznej gry decyzyjnej zdarzyło się nie zaspokoić popytu ze względu na brak wyprodukowanych w odpowiedniej ilości produktów gotowych (15 wskazań wystąpienia błędu B4 na 34 ankietowanych) oraz ze względu na rozwiezenie produktów gotowych do innych miast niż były potrzebne (10 wskazań wystąpienia błędu B2 na 34 ankietowanych). Wystąpienie tych błędów potwierdza

trudność w określeniu ilości produktów gotowych, które należy wyprodukować i lokalizacji składów produktów gotowych, które będą miały największe zapotrzebowanie na wyroby gotowe do sprzedaży.



Rys. 3. Wykres liczby ankietowanych popełniających poszczególne rodzaje błędów

Jak widać na wykresie, wskazywana w poprzednim rozdziale trudność w synchronizacji dostaw surowców nie prowadzi do niemożliwości uruchomienia produkcji z powodu ich braku (*tylko 3 wskazania wystąpienia błędu B1 na 34 ankietowanych*), a jedynie będzie się odbijała na wyższych kosztach transportu surowców, sprowadzanych w ostatniej chwili droższym, ale błyskawicznym transportem ekspresowym lub wyższych kosztach magazynowania surowców, sprowadzonych za wcześnie, choć trzeba tu zauważyć, że prawie nie dochodzi do przepełnienia dużego magazynu surowców (*2 wskazania wystąpienia błędu B7 na 34 ankietowanych*).

Czy jednak do poznania konsekwencji tych błędnych decyzji wystarczy odzwierciedlenie ich skutków w wyniku finansowym prowadzonego w grze symulacyjnej przedsiębiorstwa? Wszakże te błędy odbijają się również na wynikach finansowych pozostałych graczy, którzy zostają zmuszeni do zaspokojenia wyższego od wstępnych założeń popytu lub mają ten popyt ograniczony z uwagi na brak w swoich składach produktów gotowych, umożliwiających zaspokojenie klientów gracza, który podjął błędne decyzje.

Dla zwiększenia tych konsekwencji autorzy wprowadzili w ocenie gry system punktowy preferujący uczestników angażujących się w grę i podejmujących prawidłowe decyzje, a uzyskany wynik finansowy traktowany jest jako dodatkowa premia punktowa.

Za każdą podjętą decyzję przyznawane są 2 punkty. Jeśli uczestnik gry podejmie decyzję o uruchomieniu produkcji, na którą nie ma surowców lub decyzję, którą chce wystać produkty gotowe, których nie wyprodukował, to za taki błąd odejmowany mu jest 1 punkt. Jeśli źle dobierze ilość produktów gotowych lub surowców do ładowności zamówionego środka transportu, to za takie błędy, odejmowane mu jest 0,5 punktu. Uzyskanie najlepszego wyniku pod względem zysku spośród czterech konkurujących graczy posiadających składy produktów gotowych w tych samych miastach daje premię w ilości 37,5% punktów możliwych do uzyskania za podejmowanie decyzji, drugi wynik to premia 25%, a za wynik trzeci 12,5% punktów możliwych do uzyskania za podejmowanie decyzji.

6. EFEKTY DYDAKTYCZNE ZASTOSOWANIA LOGISTYCZNEJ GRY DECYZYJNEJ

Główne cele zastosowania symulacyjnej logistycznej gry decyzyjnej to zapoznanie z powiązaniem występującymi w systemie logistycznym przedsiębiorstwa i uświadomienie znaczenia podejmowanych decyzji z uwagi na konsekwencji błędów popełnionych w trakcie ich podejmowania. Czy to się udaje autorzy zapytali uczestników gry, prosząc o ocenę zakładanych efektów w skali od 0 – „zdecydowanie nie” do 5 – „zdecydowanie tak”.

Ocenie poddano następujące zakładane efekty logistycznej gry symulacyjnej:

- E1 - Uświadomiła, że zaspokojenie popytu wymaga uruchomienia odpowiedniej wielkości produkcji;
- E2 - Uświadomiła, że zaspokojenie popytu wymaga podjęcia z wyprzedzeniem decyzji dotyczących transportu produktów gotowych do punktów sprzedaży;
- E3 - Uświadomiła, że produkcja wymaga posiadania surowców odpowiednio wcześniej zamówionych;
- E4 - Uświadomiła, że składowanie produktów gotowych wiąże się z ponoszeniem kosztów;
- E5 - Uświadomiła, że składowanie surowców wiąże się z ponoszeniem kosztów.

Zestawienie ilości poszczególnych ocen nadanych wymienionym efektom przedstawia tablica 2.

Tablica 2. Wyniki badania ankietowego stopnia osiągnięcia zakładanych efektów dydaktycznych zastosowania logistycznej gry decyzyjnej

| Symbol efektu | Liczba ocen | | | | | | Średnia ocena | Suma ocen |
|---------------|----------------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------------|---------------|-----------|
| | 0 – zdecydowanie nie | 1 – nie | 2 – raczej nie | 3 – raczej tak | 4 – tak | 5 – zdecydowanie tak | | |
| E1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 17 | 13 | 4,24 | 144 |
| E2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 13 | 17 | 4,38 | 149 |
| E3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 17 | 15 | 4,38 | 149 |
| E4 | 1 | 0 | 3 | 4 | 14 | 12 | 3,94 | 134 |
| E5 | 1 | 0 | 4 | 6 | 14 | 9 | 3,74 | 127 |

Średnia ocen osiągnięcia wszystkich efektów mieści się w przedziale od 3 tj. „raczej tak” do 5 tj. „zdecydowanie tak”, ale analizując indywidualne odpowiedzi można powiedzieć, że badanej grupie udało się osiągnąć pierwsze trzy efekty, związane z dostrzeżeniem następstw występujących pomiędzy decyzjami w logistycznym łańcuchu dostaw.

Najślabiej wypadła ocena osiągnięcia efektów związanych z uświadomieniem kosztów nietrafionych decyzji, powodujących nadmierne zapasy produktów gotowych lub surowców. Wskazuje to na konieczność zwrócenia większej uwagi na analizowanie przez uczestników gry dostarczanych przez platformę LoGame raportów finansowych (rys. 4), a nie ograniczanie się do raportów operacyjnych, wskazujących tylko na ilości produktów i surowców oraz ilościową wielkość sprzedaży i popytu.

Najwyraźniej uczestnicy gry zaabsorbowani wylizacjami ilości potrzebnych produktów gotowych do

sprzedaży, koniecznej do uruchomienia produkcji, która pozwoli uzupełnić stany zapasów w poszczególnych składach i ilości surowców, które trzeba wcześniej zamówić, aby można z nich było uruchomić produkcję przestają zwracać uwagę na koszty.

| Raport finansowy firmy A po turze 3 | |
|-------------------------------------|-----------|
| Przychód: | 689000.00 |
| Koszty produkcji: | 11915.00 |
| Koszty zamówienia surowców: | 150.00 |
| Koszty transportu surowców: | 67776.80 |
| Koszty składowania surowców: | 13008.00 |
| Koszty utrzymania zapasu surowców: | 1109.27 |
| Koszty zamówienia produktów: | 300.00 |
| Koszty transportu produktów: | 40040.00 |
| Koszty składowania produktów: | 8310.00 |
| Koszty utrzymania zapasu produktów: | 46.15 |
| Koszty logistyczne: | 130740.23 |
| Koszty zakupu surowców: | 220000.00 |
| Zysk: | 326344.77 |
| Zysk na jednostkę: | 94.73 |

Rys. 4. Ekran prezentujący raport finansowy na platformie LoGame

7. WNIOSKI KOŃCOWE

Zastosowanie logistycznej gry decyzyjnej symulującej zależności występujące w logistycznym łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa produkcyjno-handlowego ułatwia uczestnikom gry zrozumienie występujących powiązań i uwarunkowań sprawiających, że jedne decyzje można podjąć, a inne nie, gdyż wcześniej nie podjęto decyzji warunkujących ich wykonalność np. nie zamówiono surowców, których posiadanie w magazynie umożliwia podjęcie decyzji o uruchomieniu produkcji albo nie wyprodukowano produktów, których posiadanie

pozwołiłoby na podjęcie decyzji o transporcie na rynki zbytu.

Uczestnicy gry symulacyjnej spotykają się z podobnymi problemami, z jakimi można się zetknąć w realiach gospodarczych, takimi jak niepewność popytu czy nieprzewidywalność zachowań konkurencji, ale podejmowane błędne decyzje i ich następstwa w grze uczą uświadamiając konsekwencje bez generowania strat dla rzeczywistego przedsiębiorstwa.

Doświadczenia autorów oraz wyniki przeprowadzonych badań ankietowych wskazują na duży walor dydaktyczny prowadzenia w ramach zajęć logistycznej gry decyzyjnej. Trzeba jednak doskonalić system oceny tak, aby motywował uczestników gry do zapoznawania się z wszystkimi symulowanymi aspektami zarządzania logistycznym łańcuchem dostaw, a więc aby zarówno dostrzegali następstwa występujące pomiędzy decyzjami w logistycznym łańcuchu dostaw, jak i mieli świadomość finansowych skutków podejmowanych decyzji dla przedsiębiorstwa.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje – Procedury - Doświadczenia. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2010, s. 36.
2. Beier F. J., Rutkowski K.: Logistyka, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2004, s. 189-220.
3. Mieszaniec J., Olejarz-Mieszaniec E.: Zastosowanie symulacji procesów logistycznych w kształceniu kadr, „Edukacja: Studia – Badania – Innowacje” 2010, nr 2(110), dodatek [CD-ROM], s. 129-134.
4. Mieszaniec J.: Kształcenie na odległość metodą symulacyjnej gry decyzyjnej w aspekcie pracy grupowej. e-mentor nr 5/2010, s. 40-43.
5. Rutkowski K.: Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka”, 2004, nr 12, s. 2.

SIMULATION GAME AS A TOOL FOR LEARNING DECISION-MAKING AND CONSEQUENCES OF WRONG DECISION IN LOGISTICS SUPPLY CHAIN

The global economy requires the development of a complicated network of connections between geographically distant companies. This increases the importance of logistics and management in the logistics supply chain. The modern manager has to be aware of the importance of decisions taken in this area. A useful tool that allows him to realize the importance of this and get to know occurring dependences is decision-making simulation game.

The paper presents designed and implemented in the Department of Computer Science of the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Electronics and used in the Department of Economics and Management in Industry of Faculty of Mining and Geoengineering AGH IT platform for logistics simulation game LoGame, with particular attention to the interdependence between the decisions made by the participants and the consequences of mistakes for the managed firms and for the functioning of other companies operating in the same market.

Based on surveys, the authors point to the activities related to the preparation of decisions that cause the greatest difficulties. Mistakes made by the largest number of participants are also identified. Committing these mistakes makes the learning of connections in the logistics system of enterprises in real conditions dangerous and very costly for the company, and therefore such use to the simulation game is highly recommended. This is confirmed by the results of surveys conducted among participants in the decision-making simulation game, confirming the achievement of results associated with realizing the consequences of the decisions taken in the logistics supply chain.

Keywords: e-learning, logistics, simulation game, supply chain.