

**Jerzy KORCZAK<sup>1</sup>**

## **LOGISTYKA EKSPERYMENTALNA. WNIOSKI I DOŚWIADCZENIA.**

### **STRESZCZENIE**

*W artykule zaprezentowano wnioski i doświadczenia z przeprowadzonego kursu logistyki eksperymentalnej w Instytucie Ekonomii i Zarządzania Politechniki Koszalińskiej. Przyjęta metoda pozwoliła w sposób twórczy połączyć wykład z konwersatorium i ćwiczeniami jednocześnie dając możliwość prowadzącemu kurs oraz studentom w praktyce skonfrontować słowa B. Franklina: Powiedz a zapomnę, naucz a zapamiętam, pozwól mi działać a nauczę się.*

*Kurs logistyki eksperymentalnej zrealizowano z V rokiem ekonomii studiów stacjonarnych i niestacjonarnych. Został podzielony na dwie części - część teoretyczną realizowaną w formie wykładów i konwersatoriów oraz część empiryczną. Wprowadzone rozwiązania systemowe kursu pozwoliły na skuteczne osiągnięcie efektu zorganizowanej pracy zespołowej połączonej z twórczym poszukiwaniem optymalnego rozwiązania zadanych sytuacji problemowych.*

Słowa kluczowe: logistyka eksperymentalna, zarządzanie, łańcuch dostaw, optymalizacja rozwiązania.

### **WSTĘP**

Zmienność i złożoność współczesnej gospodarki powoduje, że prognozowanie skutków zjawisk gospodarczych na podstawie kilku czy też kilkunastu czynników jest trudne, lub nawet niemożliwe. Należy tutaj nadmienić, że żadna grupa analityków rynku na świecie nie przewidziała kryzysów ostatniej dekady. Powstała zatem konieczność na początku ostrożnego, a teraz coraz śmielszego weryfikowania neoklasycznego paradygmatu ekonomii zakładającego m. in. racjonalność zachowań ludzkich (producentów i konsumentów), dążenie do równowagi w gospodarce, czy też efektywność rynków. Można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że teoria neoklasyczna nie pozwala wyjaśnić np. zjawiska długotrwałego bezrobocia, nieracjonalności zachowań konsumentów w procesie podejmowania decyzji, niedowartościowania bądź przewartościowania akcji itp. Klasyczny schemat rynku oparty o prawo popytu, podaży oraz cenę rynkową wyznaczającą ilość dóbr i usług jaka jest dostępna prawdę mówiąc

---

<sup>1</sup> Jerzy KORCZAK, dr inż., Politechnika Koszalińska.

„odrobinę” mija się z rzeczywistością. Zachowania rynkowe producentów i konsumentów „uwzględniają” w swym repertuarze rzeczywistych działań zmonopolizowaną, zmonopolizowaną, wymuszanie obniżania cen poniżej kosztów produkcji, transportu, itp. Czy zatem można te mechanizmy badać przy użyciu tradycyjnej ekonomii? Odpowiedzi na te pytania udzielili nobliści Vernon Smith i David Kahneman, którzy od samego początku swojej naukowej drogi próbowali podważyć fundamenty współczesnej ekonomii i robili to w sposób bardzo nietypowy. Zamiast spierać się o założenia modeli, zaprzeczyli prawdziwość samej metody badawczej. W latach '50 ubiegłego wieku obaj nobliści zaczęli prowadzić eksperymenty ekonomiczne, mające na celu weryfikację powszechnie przyjętych „prawd”. Bódcem powstania eksperymentów ekonomicznych były badania indywidualnych zachowań ludzkich, gdyż są one trudne do obserwowania w naturalnych warunkach. Testowano, czy założenia o racjonalności są istotnie zgodne z rzeczywistymi zachowaniami ludzkimi. W ekonomii bardzo sceptycznie myślano o metodach psychologicznych, uznając je za zbyt rozmyte. Homo oeconomicus jest postrzegany jako robot, który działa tylko wtedy, gdy istnieje chęć zysku. Dla psychologa takie założenie jest nie do przyjęcia. W ekonomii zasada racjonalności jest paradygmatem i dopiero prace Kahnemana znacząco podważyły taki prosty obraz człowieka. Przebadane zostały także struktury rynkowe, jak konkurencja czy monopol oraz procesy ich tworzenia<sup>2</sup>.

Interesująca jest również opinia Leszka Balcerowicza, który charakteryzując Noblistów stwierdził: Vernon Smith jest twórcą tzw. ekonomii eksperymentalnej, która bada, jak ludzie współdziałają, wykorzystując określone reguły gry, reprezentujące na przykład rozmaite mechanizmy rynkowe. Wychowany pod wpływem socjalistycznych poglądów Smith - z wykształcenia inżynier - przystępując do eksperymentów w 1956 r., oczekiwał, że wykażą one nieefektywność rozwiązań rynkowych. Tymczasem okazało się, że nawet przy małej liczbie uczestników i ograniczonej informacji osiągnano wyniki przypominające zachowania na konkurencyjnych rynkach. Badania umożliwiły zaprojektowanie i testowanie projektów tak szczególnych rynków, jak rynek elektryczności, wody czy przydziałów na emisję zanieczyszczeń.

Daniel Kahneman, z wykształcenia psycholog, wniósł - wraz ze zmarłym przed kilku laty Amosem Tverskim - wielki wkład w rozwój eksperymentalnych badań nad podejmowaniem przez ludzi decyzji w warunkach niepełnej informacji i ryzyka. Takich sytuacji jest w naszym życiu wiele - tylko przy rutynowych problemach mamy pełną informację i nie podejmujemy ryzyka. Wyniki badań Kahnemana i Tverskiego mogą być więc przydatne w realnym życiu. Warto dodać, że mamy w Polsce wybitnych przedstawicieli omawianego kierunku - profesorów Józefa Kozielskiego

---

<sup>2</sup> <http://akson.sgh.waw.pl/~thorrel/gazeta/artukul.php?id=16#> (02.09.2010)

i Tadeusza Tyzskę. Nagrodę Nobla dla Daniela Kahnemana należy traktować jako wyraz uznania dążeń, aby twierdzenia nauk społecznych, w tym ekonomii, opierać na wyraźnych i mocnych podstawach psychologicznych (chodzi o wiedzę na temat dyspozycji jednostek w zakresie przetwarzania informacji i reagowania na bodźce). Prekursorem takiej orientacji badawczej był w Polsce Andrzej Malewski, przedwcześnie zmarły badacz<sup>3</sup>.

Logistyka, będąc swoistym spoiwem działań rynkowych, zapewnia fizyczny ruch materii w ekonomicznych modelach rynkowych. Można zatem wnioskować, że podobnie jak w przypadku ekonomii mówić możemy o logistyce eksperymentalnej.

## **ZAŁOŻENIA KURSU EKONOMII EKSPERYMENTALNEJ**

Mając na uwadze stosunkowo skromne doświadczenia w zakresie praktyki stosowania rozwiązań ekonomii eksperymentalnej podjęto próbę przeprowadzenia kursu ze studentami piątego roku kierunku Ekonomia w obszarze logistyki eksperymentalnej. Kurs jest wprowadzeniem do metod logistyki eksperymentalnej. W trakcie kursu studenci poznają i stosują metody, techniki i narzędzia prowadzenia eksperymentów w obszarze funkcjonowania logistyki. Kurs pozwala nabyć umiejętności krytycznego podejścia do umiejętności teoretycznych i praktycznych. Zakres poruszanych tematów obejmuje funkcjonowanie logistycznego łańcucha dostaw. Kurs składa się z dwóch części: teoretycznej i praktycznej. Część teoretyczna wyjaśnia mechanizmy działania, wskazuje na doświadczenia (praktykę) funkcjonowania logistyki. Część eksperymentalna obejmuje eksperyment ilustrujący dany problem logistyczny oraz dyskusję jego wyników. Zakres tematów eksperymentów obejmuje:

- 1) Dobór operatorów / dostawców:
  - źródła zasilania (miejsce, cena produktu, upusty, itp.),
  - specyfikacja części (wszystkie części zamawiamy),
  - umowa na dostawy (stały cykl dostaw),
  - transport do przedsiębiorstwa (koszt jednostkowy, całkowity).
- 2) Ustalenie poziomu zapasów części wg asortymentu w magazynach firmy:
  - zapas minimalny,
  - zapas bezpieczeństwa,
  - zapas maksymalny,
  - ustalenie kosztów magazynowych,
  - ustalenie wielkości infrastruktury magazynowej.

---

<sup>3</sup> L. Balcerowicz, *Psychologia bąbla*, WPROST, Numer: 43/2002 (1039)

- 3) Struktura magazynowa:
  - wielkość magazynu,
  - rozmieszczenie urządzeń magazynowych,
  - zarządzanie majątkiem trwałym (magazynowym)
  - koszty jednostkowe i całkowite.
- 4) Transport wewnętrzny:
  - taktyka zasilania stanowisk organizacyjnych,
  - infrastruktura transportu wewnętrznego (zasilania),
  - koszty transportu wewnętrznego.
- 5) Transport wewnętrzny:
  - odbiór wyrobów gotowych,
  - infrastruktura transportu wewnętrznego (odbior),
  - koszty transportu wewnętrznego (odbior),
  - wymagana powierzchnia magazynu głównego (na wyroby gotowe), koszt infrastruktury.
- 6) Odbiorcy produktów:
  - kanały dystrybucji,
  - operator dystrybucyjny,
  - koszty dystrybucji,
  - wielkości (ilości produktów) w sprzedaży,
  - koszt utrzymania produktów (ilości) w sieci sprzedażowej.
- 7) Serwis i naprawa:
  - ilość punktów serwisowych,
  - wielkość napraw (procent uszkodzeń),
  - koszt serwisu i napraw.
- 8) Struktura logistyki przedsiębiorstwa:
  - pracownicy,
  - kompetencje,
  - wyposażenie / infrastruktura stanowisk,
  - koszt utrzymania / zatrudnienia pracowników.

Dla potrzeb niniejszego opracowania poniżej przedstawiono wybrane fragmenty charakterystyki podmiotu eksperymentu. Podmiotem eksperymentu jest model przedsiębiorstwa produkcyjnego produkującego:

- Zestaw komputerowy nr 1 – 1000 szt. na miesiąc,
- Zestaw komputerowy nr 2 – 800 szt. na miesiąc,

- Zestaw komputerowy nr 3 – 500 szt. na miesiąc.

Na potrzeby eksperymentu przyjęto zakres implementacji przedstawiony w Tabeli 1. Poszczególnymi kolorami (odcieniami) zdefiniowano etapy implementacji. Implementacja zaczyna się od definicji danych stałych fabryki, następnie obszaru związanego z zaopatrzeniem i zbytem (dystrybucji). Kolejnym etapem jest wprowadzenie zleceń i uruchomienie algorytmów planowania i sterowania przepływem produkcji.

**Tabela 1.**

Zakres implementacji przedsiębiorstwa

1. Zdefiniowanie magazynów.
2. Wprowadzenia pozycji magazynowych.
3. Zdefiniowanie struktur wyrobów dla pozycji magazynowych.
4. Zdefiniowanie wydziałów.
5. Zdefiniowanie komórek produkcyjnych.
6. Zdefiniowanie gniazd produkcyjnych.
7. Wprowadzenie marszrut.
8. Zdefiniowanie osób wymaganych w systemie do przeprowadzenia operacji zakupów.
9. Określenie pozycji zakupowych i ich dostawców.
10. Przyjmowanie i zatwierdzanie ofert.
11. Tworzenie umowy z dostawcą.
12. Zamawianie i przyjmowanie pozycji zakupowych.
13. Wystawienie zleceń produkcyjnych.
14. Wydawanie materiałów do zlecenia produkcyjnego.
15. Przyjęcie do magazynu pozycji wyprodukowanych na zlecenia.
16. Uruchomienie algorytmu MRP.

17. Wydruk raportu MRP.
18. Zdefiniowanie osób wymaganych w systemie do przeprowadzenia operacji zakupów.
19. Określenie pozycji sprzedawanych.
20. Definiowanie klientów.
21. Tworzenie umowy klientami.
22. Tworzenie zamówień klientów.

	Dane stałe
	Dane dotyczące zakupów
	Dane związane z planowaniem i sterowaniem produkcją
	Dane związane ze sprzedażą

Pierwszy etap eksperymentu, czyli opracowanie danych stałych pokazano na przykładzie montowni komputerów (Rys. 1). Na wydziale tym montowane i pakowane są trzy rodzaje zestawów komputerowych:

- zestaw minimalny,
- zestaw standardowy,
- zestaw max.

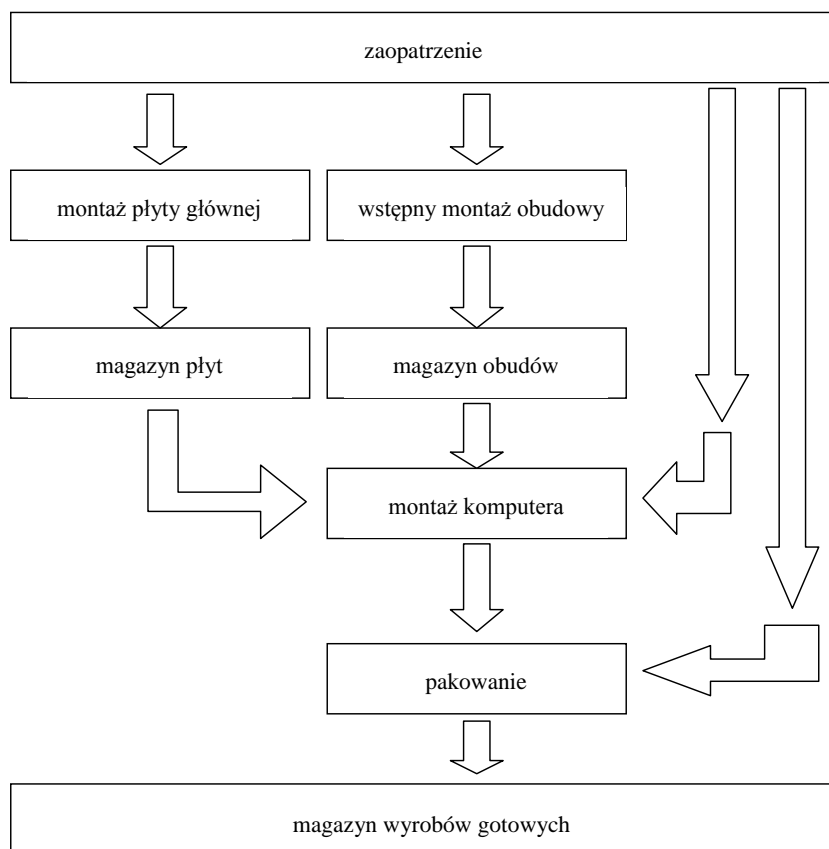
Każdy zestaw różni się od siebie komponentami wchodzącymi w jego skład. Na wydziale montażu znajdują się następujące komórki produkcyjne:

- montażu płyt głównych,
- wstępnego montażu obudowy,
- montażu komputera,
- pakowania komputera.

Wydział montażu jest zaopatrywany poprzez zaopatrzenie a produkcja spływa do magazynu wyrobów gotowych.

Wydział montażu składa się z 4 komórek produkcyjnych. K01 – komórka do montażu komputera, K04 – Komórka do pakowania komputera. Na Rys. 2 przedstawiono przepływ materiałów przez wydział montażu. Proces montażu komputerów rozpoczyna się równolegle w dwóch komórkach. W komórce K01 gdzie montowane są płyty główne oraz

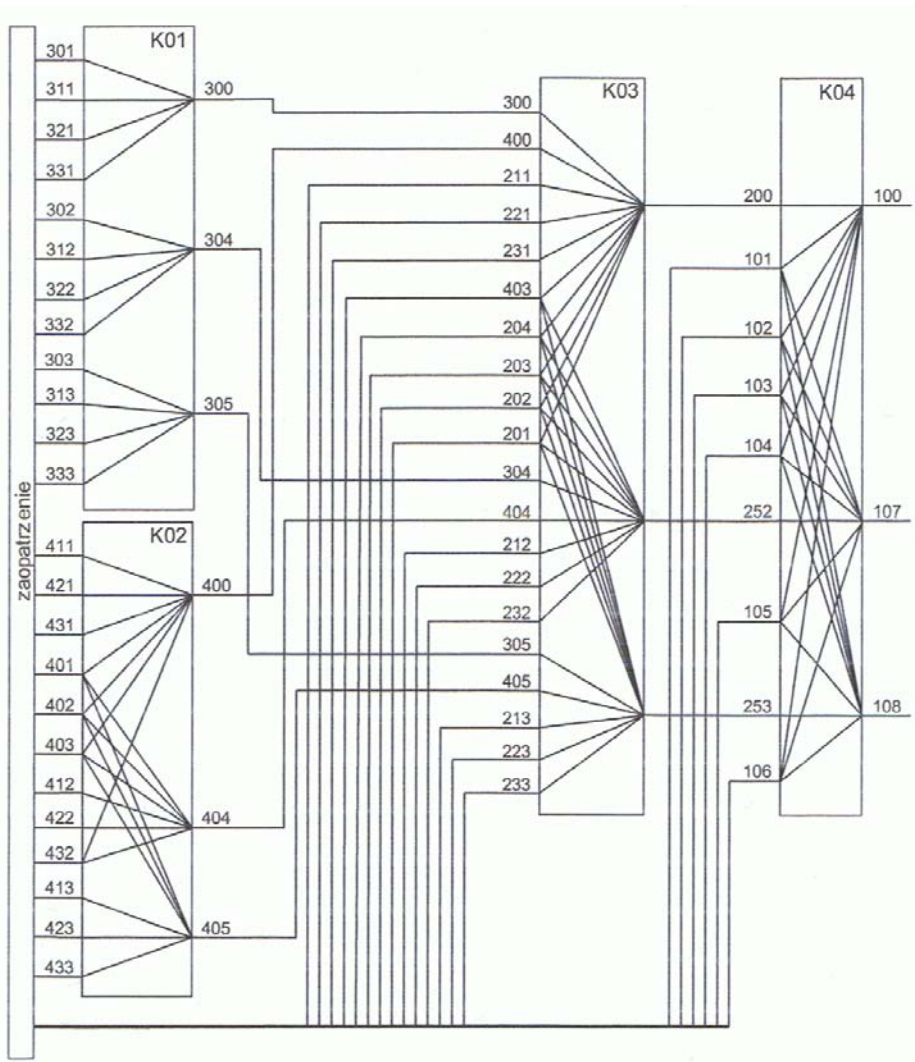
w komórce K02 gdzie montuje się obudowy. Obydwie komórki są zasilane częściami/komponentami z zaopatrzenia.



**Rys.1.** Schemat ogólny wydziału montażu

Półprodukty z tych komórek (obudowy i płyty) trafiają następnie do komórki K03. Doprowadzane są też tutaj części z zaopatrzenia potrzebne do montażu kompletnego zestawu. Z zaopatrzenia pobierane są także materiały do komórki K04 gdzie odbywa się proces pakowania zestawów wyprodukowanych w komórce K03. Proces montażu kończy się w komórce K04, z której wychodzą gotowe produkty.

Montownia komputerów produkuje trzy zestawy komputerowe. Dla wydziału montażu zestawienie materiałowe w postaci kartoteki zostało przedstawione w Tabeli 2. W podobny sposób przedstawiono marszrutę produkcyjną, gniazda produkcyjne, komórki produkcyjne oraz indeks materiałowy dla montowni komputerów.



**Rys. 2.** Przepływ materiałów przez wydział montażu



**Tabela 2.**

Zestawienie materiałowe dla wydziału montażu (fragment)

Zestawienie materiałowe			
pozycje produkowane	pozycja podrzędna/zasób	typ	norma zużycia
	[...]		
	200	produkowany	1
	101	zakupowy	1
	102	zakupowy	1
100	103	zakupowy	1
	104	zakupowy	1
	105	zakupowy	2
	106	zakupowy	1
	252	produkowany	1
	101	zakupowy	1
	102	zakupowy	1
107	103	zakupowy	1
	104	zakupowy	1
	[...]		

### ZASADY ZALICZENIA ZAJĘĆ

Studenci dzielą się na grupy zadaniowe. Każdy zespół rozwiązuje zadania i prezentuje jego wyniki. Za rozwiązanie zadania studenci otrzymują po 3 pkt., lider zespołu dodatkowo 3 pkt. Wyniki rozwiązania poddawane są dyskusji i ocenie studentów. Uczestnicy oceny wyników otrzymują od 1 do 3 pkt. za merytorycznie zasadną wypowiedź. Prezentujący zespół może dokonać zmiany (korekty) swojego rozwiązania do końca trwania kursu, otrzymując dodatkowo od 1 do 3 pkt. na uczestnika. Zaliczenie kursu następuje po uzyskaniu przez studenta od 8 do 15 pkt.

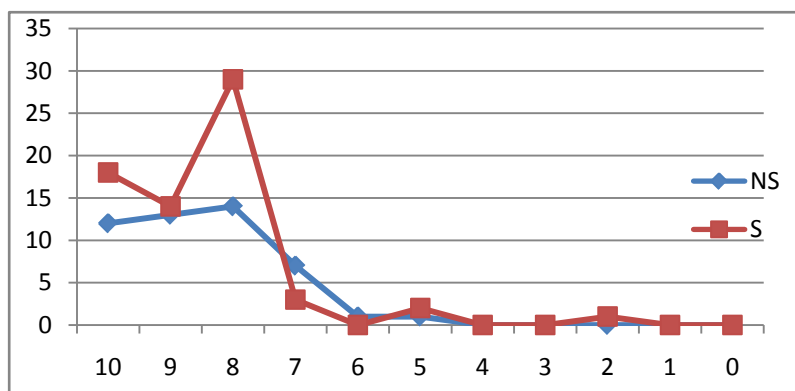
### PRZEBIEG KURSU LOGISTYKI EKSPERYMENTALNEJ

Piąty rok ekonomii, w tym dziesiąty semestr jednolitych studiów magisterskich to czas z reguły poświęcany na pisanie pracy magisterskiej, „dopinanie” studiów. Stąd też frekwencja na wykładach jest wyraźnie zróżnicowana, by nie powiedzieć niska. Eksperyment dał młodym ekonomistom szansę na weryfikację wiedzy, zmierzenie się z realnym rynkiem, z opiniami ekspertów oraz swoich koleżanek i kolegów, podjęcie decyzji logistycznej i obronę jej przed innymi zespołami, możliwość

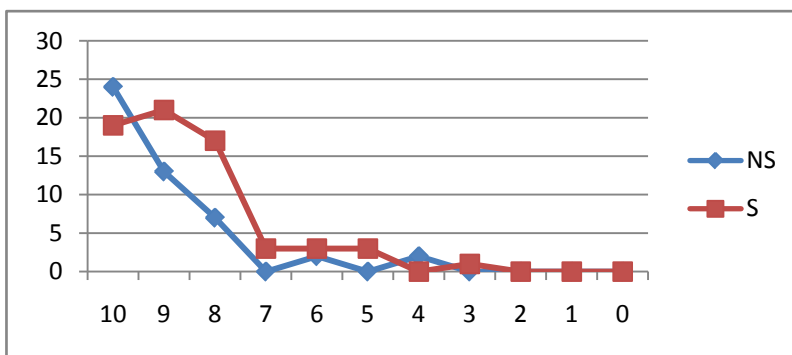
i konieczność kooperacji (bez względu na sympatie czy antypatie) w ramach grupy i całego kursu. Otrzymane za wyniki swoich rozwiązań punkty (specjalnie przygotowane i przydzielane na bieżąco przez prowadzącego) były własnością danego studenta i to on decydował co z nimi zrobić: zamienić je na ocenę za kurs, kupić rozwiązanie bądź dopisać się do grupy. Zauważyć należy, że takie rozwiązanie implikować może również zachowania nieetyczne, np. pozakursowy obrót punktami itp. W ogólnym jednak rozrachunku liczyć należy na poprawność (etyczność) zachowań uczestników kursu. Na zakończenie kursu przeprowadzono badanie pozwalające na jego ocenę przez uczestników eksperymentu. Kwestionariusz ankietowy podzielono na dwie części. W pierwszej części (punktowej) dokonano ogólnej oceny kursu, formy prowadzenia zajęć oraz warunków egzaminacyjnych kursu. W części drugiej kursu (opisowej) wskazano na jego mocne i słabe strony – w tym czego zabrakło oraz czego było za dużo, a także uwagi na przyszłość. Przyjęto jedenastopunktową skalę ocen (od 0 do 10). W ocenie wzięło udział 73% studentów studiów stacjonarnych i 77% studentów studiów niestacjonarnych.

W ogólnej ocenie kursu zweryfikowano:

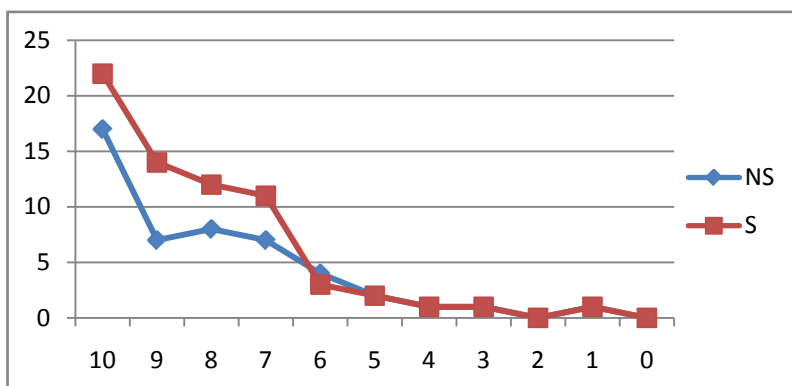
- ocenę merytoryczną (zakres tematyczny),
- stopień przekazywania wiedzy przez prowadzącego,
- stopień praktycznej przydatności przekazywanej wiedzy,
- jakość materiałów dydaktycznych,
- atmosferę zajęć,
- stopień spełnienia oczekiwań studentów.



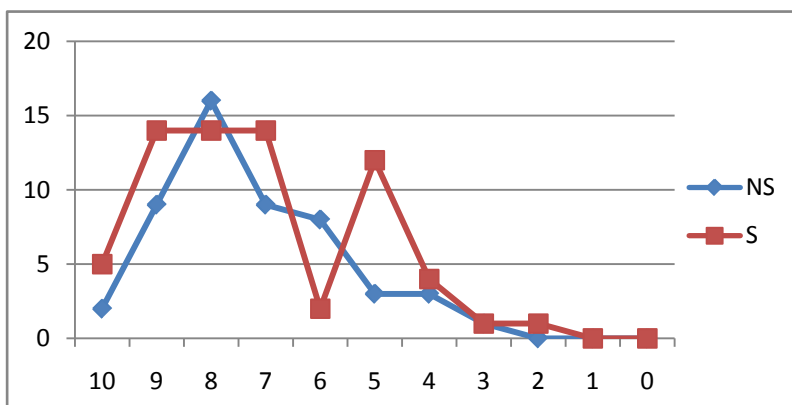
**Rys. 3.** Ocena merytoryczna (zakresu tematycznego)



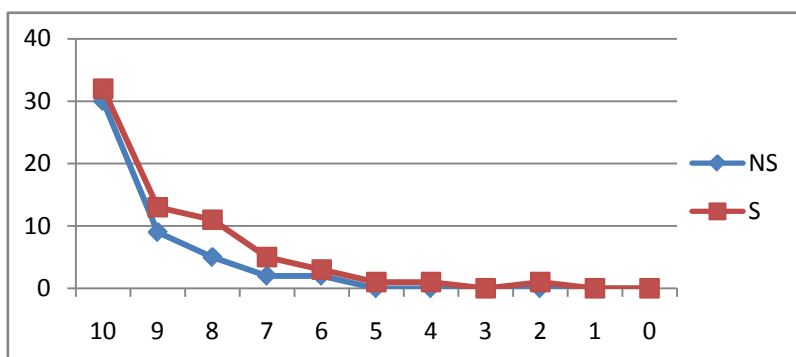
**Rys. 4.** Stopień przekazywania wiedzy przez prowadzącego



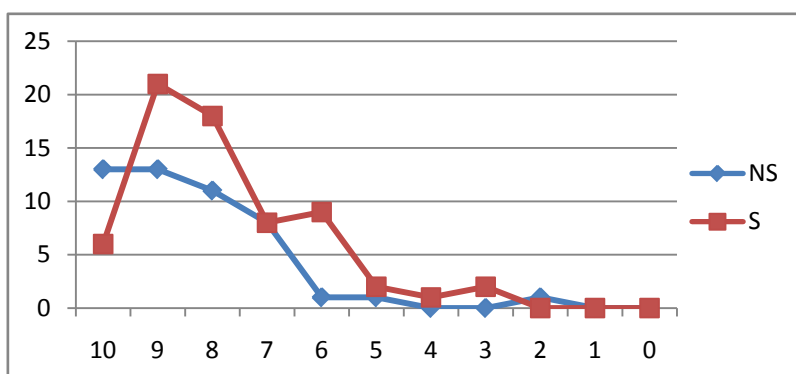
**Rys 5.** Stopień praktycznej przydatności przekazywanej wiedzy



**Rys 6.** Jakość materiałów dydaktycznych

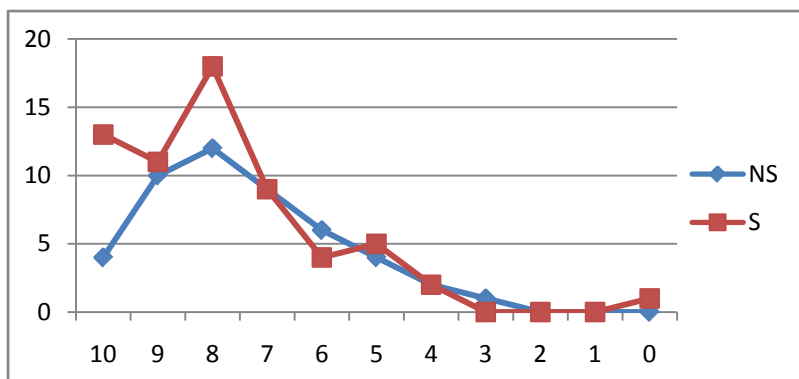


Rys. 7. Atmosfera zajęć

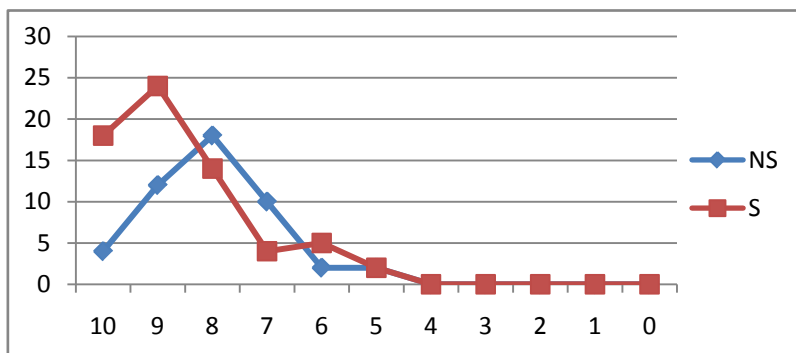


Rys. 8. Stopień spełnienia oczekiwań studentów

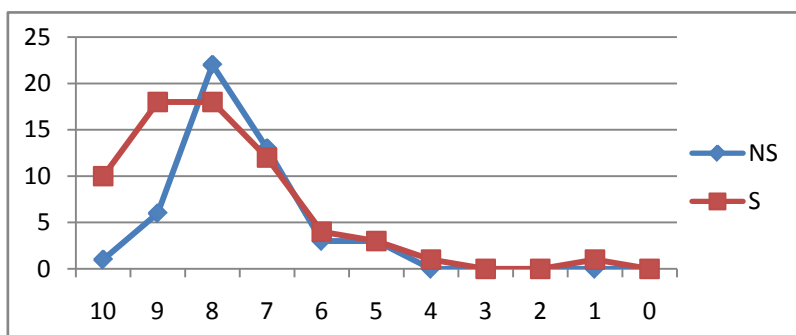
Formę prowadzenia zajęć prowadzenia zajęć oceniono przy uwzględnieniu podziału na grupy zadaniowe, tematyki zadań oraz oceny prezentacji realizacji zadań cząstkowych (Rys. 9 – 11).



Rys. 9. Ocena podziału na grupy zadaniowe

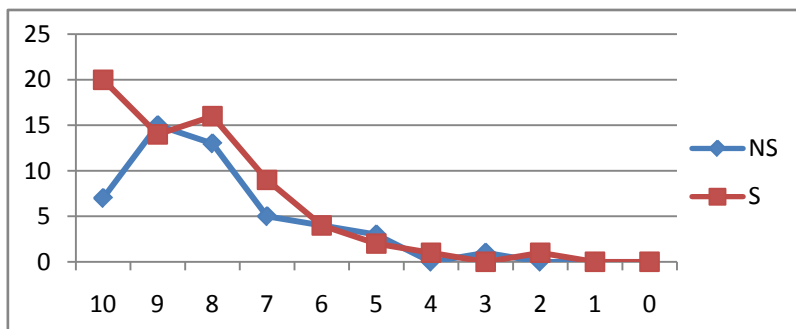


**Rys. 10.** Ocena tematyki zadań

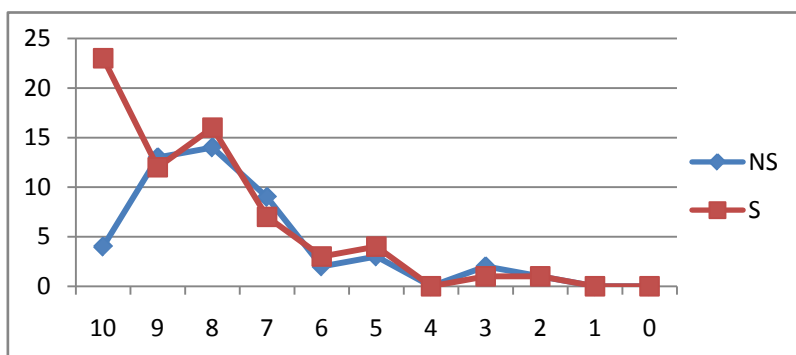


**Rys. 11.** Ocena prezentacji realizacji zadań cząstkowych

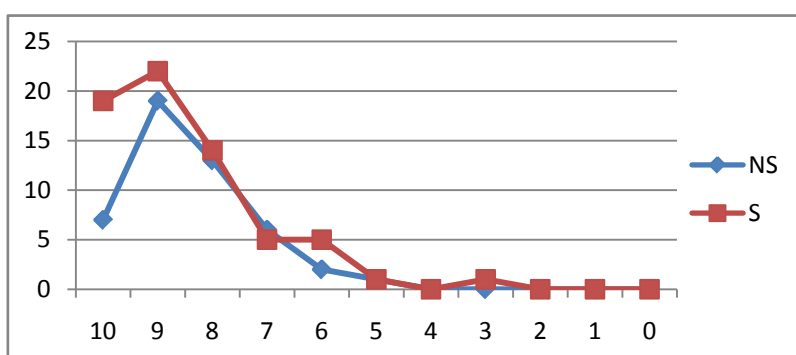
W ocenie warunków egzaminacyjnych kursu wzięto pod uwagę salę szkoleniową (wyposażenie), czas zajęć oraz ogólną organizację kursu (Rys. 12 – 14).



**Rys. 12.** Ocena sali szkoleniowej (wyposażenia)



Rys. 13. Ocena czasu zajęć



Rys. 14. Ogólna ocena realizacji kursu

## WNIOSKI

W ocenie uczestników mocnymi stronami kursu logistyki eksperymentalnej są:

- wiedza przekazywana w sposób praktyczny,
- możliwość poznania łańcucha dostaw,
- możliwość pracy w grupach, komunikowania się pomiędzy grupami,
- możliwość wpływania (zmiany) na rozwiązania końcowe,
- logiczne następstwo prezentowanych rozwiązań,
- zaangażowanie studentów w rozwiązanie sytuacji problemowej,
- możliwość stosowania innowacyjnych rozwiązań,

- swoboda w opracowaniu tematu wymuszająca kreatywność na zajęciach,
- atmosfera zajęć, praktyczne zastosowanie metod heurystycznych w rozwiązywaniu problemów,
- przełamywanie barier komunikacyjnych,
- praktyczna nauka podejmowania decyzji w obszarze logistyki,
- angażowanie studentów w poszukiwanie rozwiązań realnych, funkcjonujących na rynku (zastosowanie praktyki logistyki),
- możliwość prezentacji własnych, autorskich rozwiązań,
- aktywizująca studentów forma prowadzenia zajęć,
- nabycie umiejętności przechodzenia od teorii do praktyki,
- przejrzyste zasady oceny,
- samodzielne poszukiwanie wiedzy (rozwiązań),
- doskonalenie umiejętności prezentowania rozwiązań,
- „zmuszanie” do pracy zespołowej,
- możliwość zdobycia doświadczenia od innych uczestników eksperymentu,
- forma zaliczenia kursu.

Do słabych stron kursu należy zaliczyć:

- brak dodatkowej formy oceny,
- brak rozwiązania metodologicznego po każdych zajęciach,
- zbyt mało czasu na precyzyjne wgłębianie się w temat,
- zbyt mała liczba punktów za prezentację,
- brak wariantów przewidujących scenariusz pesymistyczny rozwiązania,
- błąd oceny możliwości „przeżycia” firmy logistycznej „stworzonej” przez studentów,
- brak wyliczenia kosztów globalnych projektowanego logistycznego łańcucha dostaw,
- brak dodatkowego wyposażenia – oprogramowania klasy ERP,
- zbyt dużo teorii w niektórych prezentacjach,
- za dużo pytań szczegółowych podyktowanych chęcią zdobycia punktów,
- zbyt krótki czas zajęć.

Uwagi na przyszłość:

- zmniejszyć liczebność zespołów prezentujących rozwiązania,

- ograniczyć liczbę pytań,
- powołać zespół koordynacyjny (sztab),
- wprowadzić ujemne punkty za pytania wykraczające poza obszar tematu,
- zajęcia zakończyć wizytą w firmie logistycznej (praktyczna prezentacja rozwiązań połączona ze spotkaniem z zarządzającym).

## **LITERATURA**

1. Balcerowicz L., *Psychologia bąbla*, Wprost, Numer: 43/2002 (1039)
2. <http://akson.sgh.waw.pl/~thorrel/gazeta/artukul.php?id=16#> (02.09.2010)

## ***EXPERIMENTAL LOGISTICS. CONCLUSIONS AND EXPERIENCE***

### ***ABSTRACT***

*It the conclusions in article were presented the experience with conducted course of experimental logistics at The Economy and Management Institute of Koszalin University of Technology. Received method permitted in creative way to connect from lecture and practices simultaneously giving possibility leader course as well as to confront in practice students word B. Franklin: Say and I will forget, teach and I will remember, permit me to act and I will learn. The course of experimental logistics was realized from V year of economy of stationary studies and nonstationary. It was divided on two parts - realized in form of lectures the theoretical part and the empirical part. The introduced system solutions of course permitted on effective you will reach the effect the organized guided team work joint from creative search the optimum solution of set problematic situations.*