

Witold Torbacki

# Wykorzystanie systemów ERP w dydaktyce szkół wyższych w dobie koncepcji Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0

JEL: L90 DOI: 10.24136/atest.2019.095

Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

*W artykule przedstawiono wyzwania stojące przed dydaktykami szkół wyższych wynikające z rozwoju nowych koncepcji Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0. W takim kontekście pojawia się obecnie problem badawczy w jaki sposób prowadzić proces dydaktyczny, aby był powiązany z rzeczywistymi zagadnieniami występujących w codziennym życiu firm produkcyjnych i z branży TSL. Artykuł może być pomocą przy wyborze nowoczesnego systemu klasy ERP na potrzeby procesu dydaktycznego w szkole wyższej, który powinien obsługiwać ciąg procesów zintegrowanego łańcucha zamówień, produkcji i dystrybucji towarów w ramach koncepcji Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0. Zaprezentowany w artykule proces wyboru powinien obejmować sformułowanie wymagań dotyczących wyboru przez uczelnię odpowiedniego systemu ERP, wybór systemu i parametryzację rozwiązania do specyfiki zajęć dydaktycznych wraz z opracowaniem planu zajęć laboratoryjnych.*

**Słowa kluczowe:** ERP, Przemysł 4.0, Logistyka 4.0.

## Wstęp

W opinii firm zatrudniających absolwentów szkół wyższych nie mają oni często w trakcie zajęć edukacyjnych dostępu do nowoczesnych systemów informatycznych do zarządzania firmą. W efekcie, z doświadczeń firm wynika, że przeciętny absolwent ukończywszy studia nie posiada dostatecznej wiedzy na temat systemów do zarządzania firmą, wykorzystywanych w działalności gospodarczej.

W dobie koncepcji Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0 istotne staje się wyposażenie absolwentów szkół wyższych w kwalifikacje, dzięki którym staną się konkurencyjni na współczesnym rynku pracy.

## 1 Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0

Koncepcja Przemysł 4.0 jest powiązana z obecną, czwartą rewolucją przemysłową. Ta najnowsza idea zakłada, wszechstronny udział nowoczesnych technologii, które przekształcają współczesny przemysł i powiązane z nim gałęzie. Pojęcie Przemysł 4.0 jest obszerne i zawiera różnorodne rozwiązania techniczne i organizacyjne [1].

Jednocześnie Przemysł 4.0 wymaga nowego podejścia do zagadnień logistyki, która równolegle wchodzi w fazę nazywaną Logistyka 4.0 [2-4], umożliwiając elastyczną realizację procesów logistycznych w zakresie obsługi produkcji.

Charakterystyczna dla Logistyki 4.0 i Przemysłu 4.0 jest obecnie coraz głębsza zależność pomiędzy uczestnikami procesu produkcyjnego, dostawcami i odbiorcami. Nowością jest również konieczność uwzględnienia, często wymuszanej przepisami prawa, koncepcji zrównoważonego rozwoju miast i przewozów na ich terenach, która istotnie wpływa na nowe podejście do optymalizacji procesów produkcyjnych i logistycznych.

### 1.1 Przemysł 4.0

Przemysł 4.0 to koncepcja nowoczesnej produkcji, która wykorzystuje szereg technologii, wśród których najważniejsze to: wyko-

rzystanie Internetu i Internetu rzeczy [5], Internetu usług [6], sztucznej inteligencji [7], systemów cyber-fizycznych [8], druku 3D [9], przetwarzania chmurowego [10], rzeczywistości rozszerzonej [11], interfejsów człowiek-maszyna [12], robotyki [13], inteligentnych fabryk [14] i inteligentnej produkcji [15].

Systemy cyber-fizyczne umożliwiają rejestrację parametrów „fizycznych” (np. rejestrowanie przez czujniki rzeczywistych stanów magazynowych), które wpływają na przetwarzanie danych w systemach IT (uruchamiając produkcję i dystrybucję produktów). Z kolei Internet rzeczy rozszerza funkcje i możliwości przedmiotów poprzez wykorzystanie komunikacji internetowej. Internet usług jest powiązany m.in. ze świadczeniem usług poprzez Internet. Powyższe, wybrane cechy Przemysłu 4.0 w długofalowej perspektywie umożliwią prowadzenie procesu produkcyjnego w tzw. „inteligentnych fabrykach”.

### 1.2 Logistyka 4.0

Logistykę 4.0 charakteryzuje wykorzystanie Internetu rzeczy, systemów cyber-fizycznych [16], systemów ITS [17], dronów, robotów i pojazdów autonomicznych [18], użycie internetowych portali B2B [19] oraz rzeczywistości rozszerzonej [20], inteligentne zarządzanie samochodami ciężarowymi, obszarami dostaw, transportem multimodalnym, a także obszarami parkingowymi.

Integracja Przemysłu 4.0 i Logistyki 4.0 powoduje także, że zakłady produkcyjne mogą coraz częściej obsługiwać obszar „lokalny”. Skrócone zostają odległości i transport pomiędzy lokalnymi zakładami produkcyjnymi a odbiorcami. Zmianie ulegają także lokalizacje magazynów (bliżej ważnych węzłów logistycznych), a także następuje zmniejszenie ich liczby i powierzchni.

## 2 Dydaktyka szkół wyższych w dobie rozwoju Przemysłu 4.0 i Logistyki 4.0

### 2.1 Założenia do wyboru systemu ERP - efektywnego wsparcia zajęć dydaktycznych z obszaru Przemysł 4.0 i Logistyki 4.0

Problem badawczy sformułowany w niniejszym artykule opiera się na pytaniu w jaki sposób obecnie można przeprowadzić efektywny proces dydaktyczny wiążąc go z rzeczywistymi zagadnieniami logistycznymi występującymi w codziennym życiu firm z branży TSL i produkcyjnej.

W obliczu przemian rynkowych związanych z Przemysłem 4.0 i Logistyką 4.0 uczelnie wyższe powinny w procesie dydaktycznym odpowiedzieć adekwatnie innowacyjnym podejściem i przygotowaniem absolwentów do pracy z nowoczesnymi systemami informatycznymi do zarządzania firmą. Obecnie absolwenci w większości nie posiadają obszernej wiedzy na temat komercyjnych systemów informatycznych do zarządzania firmą i praktycznych umiejętności w tym zakresie.

Chcąc wprowadzić studentów w świat realnych zagadnień występujących w firmach należy udostępnić im komercyjne oprogramowanie używane w firmach. W tym celu należy wybrać oprogramowanie, które z jednej strony będzie symulowało środowisko codziennej pracy w przedsiębiorstwach, a z drugiej strony będzie dopasowane do specyfiki zajęć dydaktycznych w szkołach wyższych odbywanych w trybie tygodniowym i semestralnym.

Proces wyboru oprogramowania należy rozpocząć od sformułowania listy wymagań. Poniżej przedstawiono propozycję takiej listy z wymaganiami:

- System powinien zapewnić studentom dostęp do nowoczesnego oprogramowania, które z jednej strony ma ugruntowaną pozycję na rynku komercyjnym stwarzając studentom szansę spotkania tego systemu w trakcie pracy zawodowej, z drugiej rozwiązanie powinno być stale rozwijane, zapewniając dopasowanie choćby do zmieniających się przepisów prawa i uwzględniając najnowsze trendy w branży produkcji oprogramowania;
- Możliwość instalowania oprogramowania w salach komputerowych jest zwykle utrudniona w wyniku różnych wymagań producentów oprogramowania w zakresie systemów operacyjnych i baz danych i często koniecznością instalowania sterowników i oprogramowania dodatkowego – system powinien być elastyczny w tym zakresie;
- Spodziewana jest możliwość udostępnienia szkołom wyższym zestawów egzaminacyjnych z zakresu znajomości danego systemu ERP, wraz z końcowym certyfikatem wystawianym przez producenta systemu, który mógłby być wartością dodaną do zajęć akademickich (studenci mogliby zamieszczać informację o tym w swoich CV);
- System powinien umożliwiać studentom praktyczne poznanie najnowszych metodyk pracy stosowanych w firmach. Wśród nich powinny się znaleźć m.in.: Produkcja - Przemysł 4.0, DMS (Document Management System), CRM (Customer Relationship Management), ABC/M, Blockchain i Podpis Cyfrowy, Kanban, BPM, Balanced Scorecard, Workflow, Zarządzanie Projektami (Gantt), Zasobami i Serwisem;
- Korzystanie z oprogramowania przez studentów powinno być związane z minimalnymi opłatami w modelu „win-win”, w którym producenci zwiększają świadomość swojej marki wśród studentów - przyszłych aktywnych uczestników rynku pracy, a studenci i uczelnia korzystają z nowoczesnego oprogramowania;
- System powinien być łatwy w bieżącym utrzymaniu dla administratorów szkoły wyższej, z bezpiecznym procesem aktualizowania wersji;
- Licencja na użytkowanie systemu dla szkoły wyższej powinna umożliwiać zwielokrotnienie oprogramowania w celu utworzenia kopii bezpieczeństwa;
- Licencja powinna umożliwiać jednoczesną pracę w systemie przynajmniej kilkudziesięciu studentów;
- Producent powinien zapewnić bezpośrednie wsparcie własnego zespołu informatycznego w formie przynajmniej dyżurów telefonicznych w godzinach pracy uczelni, w tym również w dni wolne od pracy ze względu na proces dydaktyczny wśród studentów trybu niestacjonarnego;
- Warto porównać różne modele wykorzystywania oprogramowania, w tym zakup wersji licencyjnej i wynajem w trybie outsourcingu bez potrzeby zakupu i utrzymywania serwerów, systemów operacyjnych i baz danych, opłacania ich administratora oraz administratora systemu ERP, co znacznie obniża koszty TCO w obrębie pracowni komputerowych;
- Oczekiwane jest wsparcie indywidualnego opiekuna producenta oprogramowania dedykowanego do obsługi szkoły wyższej;
- Wskazany jest również dostęp do wielojęzycznej wersji oprogramowania, przynajmniej do odmiany angielskojęzycznej.

Na bazie powyższych wymagań rozpoczęto analizę rynkową. Stworzono listę czołowych producentów oprogramowania w Polsce wraz z ofertą ich rozwiązań. Ostatecznie skupiono się na tych, którzy oferują systemy klasy ERP w trybie wynajmu SaaS. Zalety tego modelu pracy z systemami IT są powszechnie znane. Wydaje się, że również i w kolejnych latach będzie to trend o największym

potencjale wzrostu wśród metod oferowania końcowym użytkownikom dostępu do oprogramowania.

Ostatecznie do pracy ze studentami wybrano rozbudowaną rodzinę systemów ISOF, firmy HEUTHES. Grupa rozwiązań obejmuje aktualnie system ISOF-ERP dla dużych, średnich i małych firm, ISOF-START dla małych i mikro-firm oraz start-up, ISOF-BR dla biur rachunkowych i ich klientów, ISOF-WORKFLOW do obsługi obiegu dokumentów oraz ISOF-PROFAP do analizy niezawodności urządzeń technicznych.

W dalszej części artykułu omówione zostaną wybrane przykłady wykorzystania powyższej gamy rozwiązań w trakcie zajęć dydaktycznych ze studentami uczelni technicznych, w szczególności obejmujących zagadnienia logistyki i zarządzania.

## 2.2 Wybrane komponenty systemu klasy ERP, które wspierają zajęcia dydaktyczne z obszaru Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0

Poniżej zestawiono moduły wybranego systemu ISOF-ERP oraz niektóre funkcjonalności w ramach tych modułów, które umożliwiają studentom symulowanie obszernego zakresu zagadnień związanych z nowoczesną produkcją i dystrybucją.

1. DMS - Zarządzanie dokumentami, obiegiem i formularzami (obsługa dokumentów elektronicznych powstających w firmie lub też przychodzących do niej z zewnątrz, obsługa procesów przepływu dokumentów pomiędzy osobami, prowadzenie pracy grupowej, wsparcie Business Process Management, obsługa tablic Kanban, obsługa podpisów cyfrowych i blockchain).
2. CRM Operacyjny, CRM Serwisowy, CRM Zadaniowy, CRM Portfolio, CRM Marketingowy, CRM Analityczny (obsługa bieżąca, posprzedażowa i serwisowa klientów, gromadzenie powiązanych dokumentów, wymiana danych wewnątrz firmy oraz z kontrahentami, raporty z zakresu Balanced Scorecard, planowanie dochodów i kosztów, analiza sprzedaży wstecz i w przyszłość).
3. Sprzedaż - Fakturowanie, Raporty kasowe, Cenniki (wystawianie, edycja i korygowanie dokumentów, zarządzanie cennikami i wykorzystanie ich w procesie sprzedaży, obsługa rabatów, limitów płatności i zadłużenia, kontrola należności, obsługa drukarek fiskalnych, zatwierdzanie dokumentów i automatyczne dekretowanie do systemu finansowo-księgowego).
4. Magazyny (obsługa wszystkich typów dokumentów magazynowych, dokumentowanie obrotu magazynowego, raportowanie w różnych przekrojach, inwentaryzacja).
5. Logistyka (obsługa ofert, zamówień od klientów i do dostawców, integracja z rozwiązaniami z zakresu e-commerce, zarządzanie rozmieszczeniem towarów w magazynie i zapasami, przygotowywanie dystrybucji i kontrola dostaw, obsługa czytników kodów paskowych i kolektorów danych).
6. Produkcja (obsługa Zasobów, Produktów, Kart Pracy, Zleceń produkcyjnych, Rozliczeń, wszechstronne wsparcie nowoczesnych technologii z zakresu Przemysł 4.0).
7. Rachunkowość (obsługa pełnej lub uproszczonej księgowości z użyciem automatycznej dekretacji, F-K, Księga Przychodów i Rozchodów, Dekretacja, Kasa – Bank, Majątek Trwały, Intrastat, Windykacja Należności, Delegacje, Samochody i Umowy, Place i Kadry, zestawienia i raporty, deklaracje VAT, CIT, PIT, JPK).
8. Centrum dowodzenia (raporty i zestawienia dla menadżerów, tablice wyników).
9. Portal Serwisowy

(wprowadzanie w zewnętrznym portalu internetowym zgłoszeń o charakterze serwisowym, podgląd stanu realizacji zgłoszeń i akceptowanie wykonanych prac).

## 10. Portal Dokumentowy

(udostępnianie przez Internet dokumentów elektronicznych pracownikom i użytkownikom zewnętrznym, udostępnianie dokumentów wewnętrznych systemu).

## 11. Portal Zamówieniowy

(udostępnianie możliwości obsługi zamówień przez Internet, zamówienia potwierdzone w Portalu pojawiają się automatycznie w systemie ERP).

### 3 Przykładowe zajęcia ze studentami w systemie ERP

#### 3.1 Prowadzenie przez studentów „wirtualnej firmy”, przy pomocy systemu ERP

Studenci przy pomocy systemu ISOF-ERP mogą realizować program kierowania „wirtualną firmą”, której charakter i specyfikę (branża, rodzaj działalności, stanowiska) określa prowadzący zajęcia nauczyciel. Wykonywane w ten sposób realne działania przybliżają studentom zagadnienia występujące w codziennej pracy firm. Wszyscy studenci danej grupy laboratoryjnej są pracownikami swojej „wirtualnej firmy”. Prowadzący, na początku cotygodniowych zajęć ustala jakie stanowisko w firmie zajmuje dany student i przydziela mu określone zadania do wykonania. Prowadząc ewidencję zajmowanych stanowisk, na początku zajęć zmienia studentom funkcje i przypisane im zadania, aż do wyczerpania przez każdego ze studentów wszystkich tematów.

Program może być przeprowadzony w trakcie zajęć laboratoryjnych z zakresu przedmiotów obejmujących tematykę produkcji, logistyki lub zarządzania. Przykładowe moduły objęte ćwiczeniami, rozdział stanowisk wśród studentów i wybrane zadania przedstawiono poniżej.

#### *Moduł Logistyka; stanowisko: Specjalista ds. Spedycji i Logistyki*

W ramach programu zajęć z zakresu Logistyki słuchacz może mieć za zadanie:

- Utworzyć ofertę i na jej podstawie wygenerować zamówienie od klienta. Sprawdzić, czy zamówienia mogą być zrealizowane.
- Wygenerować nowe zamówienie wewnętrzne będące podstawą nowego zamówienia zewnętrznego do dostawców.
- Przeprowadzić import zamówień z rozwiązań e-commerce.
- Wykonać analizy rotacji towarów według zadanych kryteriów.
- Wystawić faktury zakupowe, dokonać podziału kosztów i utworzyć zestawienia dokumentów zakupowych.

#### *Moduł DMS; stanowisko: Specjalista ds. Spedycji i Logistyki*

W ramach zajęć z zakresu modułu DMS słuchacz może mieć za zadanie:

- Zdefiniować strukturę „drzewa” dokumentów na serwerze systemu.
- Zdefiniować działy występujące w „jego wirtualnej” firmie oraz nadać pracownikom uprawnienia do poszczególnych obiektów w „drzewie” dokumentów.
- Utworzyć elektroniczne obiegi dokumentów w firmie obejmujące podstawowe procesy biznesowe (obsługa sprzedaży, dystrybucji, produkcji).
- Sporządzić raporty z pracy w obiegach dokumentów.

#### *Moduł CRM Operacyjny; stanowisko: Specjalista ds. Spedycji i Logistyki*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu CRM Operacyjny słuchacz może mieć za zadanie:

- Zorganizować pracę swojego „wirtualnego” działu (spedycji, handlowego) poprzez wprowadzenie poszczególnym pracownikom listy Aktywności do wykonania (planowane spotkania, prezentacje, rozmowy telefoniczne, itp.).
- Powiązać dokumenty z DMS z odpowiednimi Aktywnościami.
- Wprowadzić nowe Aktywności do wcześniej zdefiniowanych i funkcjonujących w firmie obiegów elektronicznych dokumentów. Sporządzić raporty z wykonanych i wpisanych do CRM działań.

#### *Moduł Sprzedaż; stanowisko: Specjalista ds. Sprzedaży*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu Sprzedaż słuchacz może mieć za zadanie:

- Dokonać sprzedaży określonych produktów i wystawić fakturę VAT, fakturę korygującą, paragon, fakturę pro-forma.
- Wyszukać wystawione wcześniej w systemie dokumenty według różnych kryteriów: okresów czasu, według typów dokumentów czy jednostki organizacyjnej.
- Wyświetlić raporty kasowe za podany okres, tylko dla wybranej kasy lub wybranej jednostki organizacyjnej.
- Zdefiniować cenniki produktów i przypisać ceny do wybranych kontrahentów.
- Wykonać raporty Zestawienie należności i Dokumenty sprzedaży, wyeksportować dane do zewnętrznego arkusza kalkulacyjnego i na ich podstawie sporządzić wykresy.
- Sprawdzić zgodność pozycji znajdujących się na raporcie kasowym z danymi wprowadzanymi na fakturach do systemu, usunąć niezgodności.

#### *Moduł Magazyn; stanowisko: Specjalista ds. Magazynowania*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu Magazyn słuchacz może mieć za zadanie:

- Wyszukać żądany towar, sprawdzić jego definicję i stan magazynowy w każdym magazynie. Ustalić brakujące towary do zamówienia.
- Wystawić i przygotować do wydruku wybrane dokumenty magazynowe w tym korekty i zwroty.
- Przygotować raporty stanów, wyeksportować dane do zewnętrznego arkusza kalkulacyjnego i na ich podstawie sporządzić wykresy.
- Przygotować dystrybucję towarów na podstawie zamówień od klientów. Utworzyć listy dystrybucji. Sprezycować kolejność realizacji zamówień na bazie mapy dystrybucji.
- Przeprowadzić inwentaryzację magazynu.

#### *Moduł CRM Analityczny; stanowisko: Prezes Zarządu*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu CRM Analityczny słuchacz może mieć za zadanie:

- Przeprowadzić analizę pracy działów firmy, przykładowo działu handlowego sporządzając raporty sprzedaży w zadanym okresie czasowym i działań związanych z wybranym kontrahentem oraz efektów tych działań.

#### *Moduł CRM Marketingowy; stanowisko: Specjalista ds. Sprzedaży*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu CRM Marketingowy słuchacz może mieć za zadanie:

- Zdefiniować akcje promocyjne i lojalnościowe.
- Przeprowadzić segmentację kontrahentów.
- Powiązać kampanie promocyjne z zamówieniami towarów.

#### *Moduł Rachunkowość; stanowisko: Księgowy*

W ramach programu zajęć z zakresu modułu Rachunkowość słuchacz może mieć za zadanie:

- Skonfigurować dla firmy Księgę Handlową i Księgę Podatkową.

- Wykonać wybrane raporty ogólne i szczegółowe.
- Sporządzić deklaracje PIT, VAT i JPK.
- Utworzyć plan kont.
- Skonfigurować moduł Majątek Trwały i Kasa-Bank.
- Sparametryzować moduł Lista Płac.

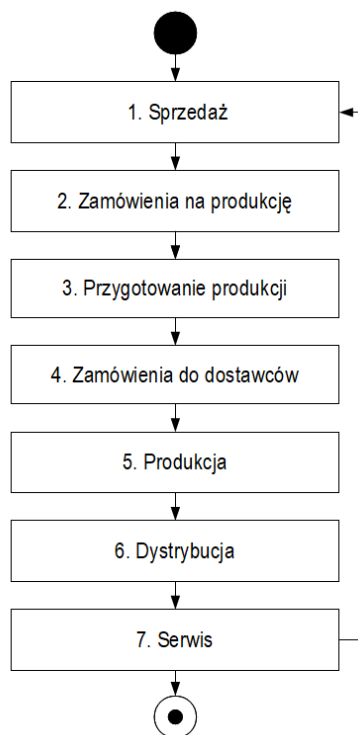
### Moduł Obsługa Biura; stanowisko: Pracownik Biura Zarządu

W ramach programu zajęć z zakresu modułu Obsługa Biura słuchacz może mieć za zadanie:

- Utworzyć i modyfikować kartoteki kontrahentów.
- Utworzyć nowe delegacje, umowy, rejestr pojazdów firmowych i sporządzić ich zestawienia.

### 3.2 Obsługa zamówienia, produkcji i dystrybucji w systemie ERP, w ramach Przemysłu 4.0 i Logistyki 4.0

Studenci mogą odwzorować w systemie ISOF-ERP poniższy obieg zamówienia, produkcji i dystrybucji towarów wraz z odpowiednimi dokumentami występującymi w poszczególnych stanach [3]. W ramach Przemysłu 4.0 systemy IT rejestrują i monitorują parametry fizyczne (np. stany magazynowe), które w pętli sprzężenia zwrotnego wpływają bezpośrednio na proces przetwarzania danych w systemach informatycznych. Obieg może obejmować (Rys. 1): proces sprzedaży (1), który skutkuje złożeniem zamówienia na produkcję (2).



**Rys. 1.** Schemat modelowania obsługi zamówienia, produkcji i dystrybucji w systemie klasy ERP.

W systemie należy utworzyć powiązane dokumenty sprzedażowe i magazynowe. Następnym krokiem jest rezerwacja zasobów sprzętowych, osobowych i materiałowych w ramach przygotowania produkcji (3) oraz zamówienie brakujących do produkcji materiałów u dostawców (4). Automatyczne zamawianie brakujących materiałów na potrzeby zlecenia produkcyjnego ułatwia uniknięcie przekroczenia terminów i występowania tzw. „wąskich gardeł”. Przed uruchomieniem produkcji należy określić przedmiot produkcji z procedurami poszczególnych etapów produkcji, wygenerować karty pracy, utworzyć zlecenie produkcyjne z harmonogramem produkcji, liczbą, typem produktu i zasobami. Końcowe produkty można przy-

pisać dla poszczególnych odbiorców. Na podstawie zlecenia produkcyjnego i kart pracy zostają pobrane z magazynu materiały i zostaje uruchomiona produkcja (5). Gotowe produkty zostają umieszczone w magazynie. Zlecenie jest zamykane i rozliczane w księgowości. Integracja pomiędzy modułami umożliwia uzyskanie precyzyjnej informacji o wyniku finansowym produkcji. Produkty są dystrybuowane do klientów (6) i objęte procesami serwisowymi (7). W ramach Przemysłu 4.0 i Logistyki 4.0 należy podkreślić wszechstronny udział systemów cyber-fizycznych, które w ramach sprzężenia zwrotnego wpływają na przebieg procesów w poszczególnych etapach przedstawionego obiegu.

### 3.3 Analiza niezawodności systemów technicznych o krytycznym znaczeniu, przy pomocy systemu ERP

Studenci mogą w systemie ERP analizować także niezawodność systemów technicznych. W odniesieniu do logistyki mogą to być przykładowo inteligentne systemy sterowania ruchem. Analizie może podlegać najważniejsza jednostka tego rozwiązania, którym jest centrum komputerowe z serwerami systemu. W standardowym podejściu analiza niezawodności złożonych systemów technicznych jest pracochłonna i przy modyfikacji struktury musi być prowadzona od nowa. Przy wykorzystaniu systemu ISOF-PROFAP studenci mogą modelować dowolne struktury urządzeń technicznych z wykorzystaniem w analizie logiki matematycznej i metod numerycznych. Proces modelowania obejmuje m.in. zamianę rzeczywistych urządzeń na ich uproszczone modele strukturalne uwzględniające charakterystyki probabilistyczne [21]. W systemie można wprowadzać dane elementów, z których składają się struktury, wiążąc je logicznie i uruchamiając proces obliczeń numerycznych z automatycznym przetwarzaniem i wizualizacją rezultatów.

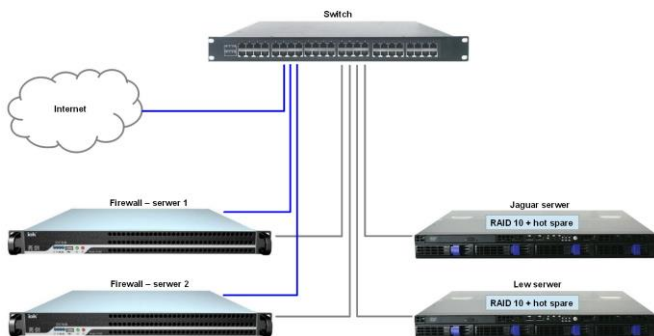
W kartotece każdego analizowanego urządzenia może być zarejestrowana jego charakterystyka numeryczna w postaci rozkładu gęstości prawdopodobieństwa awarii wyrażona przy pomocy zmiennych w czasie współczynników AFR (ang. Annualized Failure Rates). System umożliwia wprowadzenie do systemu poszczególnych elementów i przeliczenie współczynników całego systemu, grupy lub pojedynczych urządzeń. Dzięki temu możliwe jest modelowanie struktury sprzętowej, która uwzględni zarówno nadmiarowość, jak i bezpośrednią zależność urządzeń. Buduje to skuteczny i wiarygodny matematycznie mechanizm oceny niezawodności.

Analizę można przeprowadzać cyklicznie w określonych odstępach czasu z uwzględnieniem zużycia oraz odtwarzania elementów po awarii. Szczególnie cenny jest wariant określania niezawodności systemu w momencie, gdy w wyniku defektu następuje zastąpienie elementu głównego przez zapasowy i do czasu jego odnowy praca przebiega w stanie zwiększonego ryzyka, które daje się dzięki ISOF-PROFAP oszacować.

Dzięki ISOF-PROFAP istnieje możliwość profesjonalnego sprawowania nadzoru, w zakresie niezawodności, nad systemami o krytycznym znaczeniu. Skuteczna profilaktyka w tym zakresie ogranicza zarówno możliwości zaistnienia awarii, jak i koszty ich usuwania. Obok analizowania systemów informatycznych, szczególnie cenne może być zastosowanie tego typu analizy w obszarze logistyki, planowania produkcji w zakładach energetycznych, stacjach pomp, centralach zarządzania kryzysowego, urządzeniach dozoru technicznego, przez zarządców budynków i dostawców mediów. Takie podejście pozwala również na racjonalne zakupy nowych elementów systemów przez uwzględnienie niezawodności jako dodatkowego parametru przy analizie.

Przykładem praktycznego wykorzystania ISOF-PROFAP w trakcie zajęć ze studentami jest analiza niezawodności serwera w centrum przetwarzania danych inteligentnego systemu sterowania ruchem. W trakcie eksploatacji dyski twarde w serwerach okazują

się zawodnymi urządzeniami technicznymi [22]. Na potrzeby analizy przyjęto, że centralny serwer zawiera (Rys. 2) switch, dwa serwery firewall oraz dwa serwery z macierzami dyskowymi RAID 10 z dyskami spare.



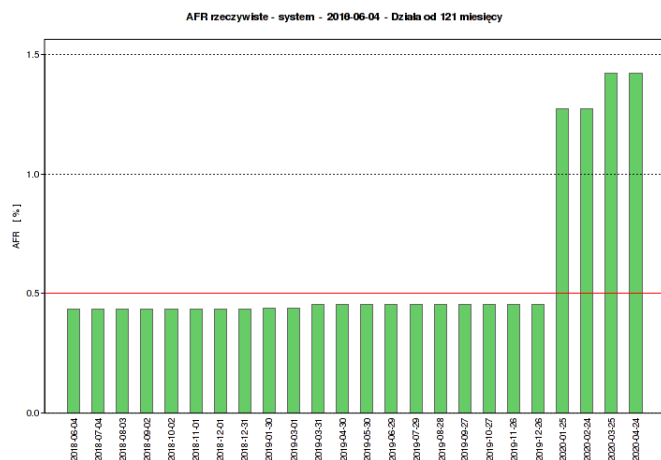
**Rys. 2.** Przykładowy serwer systemu sterowania ruchem z redundancją elementów.

Z kolei na Rys. 3 przedstawiono schemat zależności elementów tego systemu, który posłużył do zdefiniowania w ISOF-PROFAP schematu struktury systemu komputerowego i obliczenia szczegółowych wykresów AFR całej struktury i poszczególnych elementów składowych.



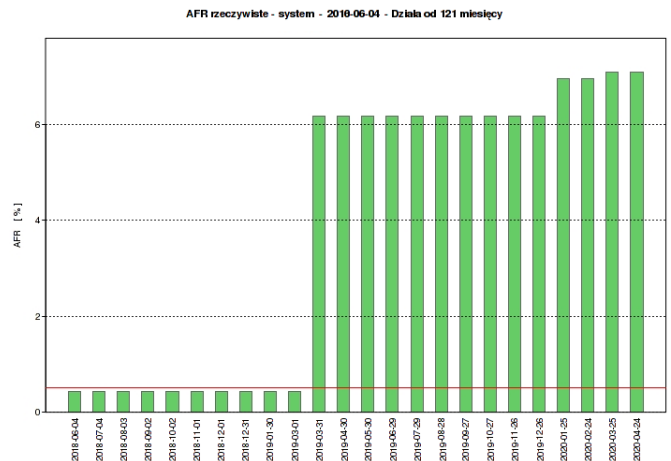
**Rys. 3.** Schemat zależności elementów serwera systemu sterowania ruchem.

Przykładowo, dla rozważanego systemu, dla 144-miesięcznego okresu pracy, uzyskuje się w ostatnim miesiącu tego okresu AFR = 1,42% (Rys. 4).



**Rys. 4.** Wykres AFR kompletnej struktury serwera systemu sterowania ruchem, bez awarii.

Na Rys. 5 przedstawiono zmianę rozkładu AFR w przypadku wystąpienia awarii.



**Rys. 5.** Wykres AFR kompletnej struktury serwera systemu sterowania ruchem w przypadku awarii płyty głównej firewala.

W przypadku awarii płyty głównej jednego z serwerów firewall (czerwony znacznik na Rys. 3), w 131 miesiącu pracy całego systemu, następuje 5-krotny wzrost współczynnika AFR (7,08%) w tym samym 144 miesiącu pracy (Rys. 5).

## Podsumowanie

Wdrożenie zaprezentowanego w artykule procesu wyboru systemu klasy ERP na potrzeby dydaktyki umożliwia studentom zdobycie praktycznych umiejętności i wiedzy na temat funkcjonowania nowoczesnych systemów zarządzania przedsiębiorstwem, produkcją i logistyką. Ponadto studenci mają możliwość zapoznania się z najnowszymi trendami w oprogramowaniu.

W artykule przedstawiono szereg aspektów związanych z wykorzystaniem w procesie dydaktycznym nowoczesnego systemu klasy ERP w kontekście rozwoju koncepcji Przemysł 4.0 i Logistyka 4.0. Prawidłowy ciąg procesów w szkole wyższej powinien obejmować sformułowanie wymagań dotyczących wyboru odpowiedniego systemu ERP, wybór systemu i parametryzację rozwiązania do specyfiki zajęć dydaktycznych wraz z opracowaniem koncepcji zajęć.

Dalsze badania powinny koncentrować się na przygotowaniu planu zajęć dydaktycznych obejmujących kolejne obszary działań firm różnych branż.

Wyniki badań zaprezentowane w artykule powstały w ramach realizacji pracy badawczej pt. „Analiza logistycznych determinantów zrównoważonego rozwoju miast” nr S/3/MN/I/21/18 finansowanej z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na finansowanie działalności statutowej.

## Bibliografia:

- Liao Y., Deschamps F., Loures E. F. R., Ramos L. F. P., Past, Present and Future of Industry 4.0 - a Systematic Literature Review and Research Agenda Proposal, „International Journal of Production Research” 2017, nr 55(12).
- Barreto L., Amaral A., Pereira T., Industry 4.0 implications in logistics: an overview, „Procedia Manufacturing” 2017, nr 13.
- Torbacki W., Metodyka wyboru i wdrożenia systemu ERP w dobie rozwoju Przemysłu 4.0, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji (pod r. R.Knosali), t.2, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2018.
- Strandhagen J. O., Vallandingham L. R., Fragapane G., Strandhagen J. W., Stangeland A. B. H, Sharma N., Logistics 4.0 and emerging sustainable business models, „Advances in Manufacturing” 2017, nr 5(4).
- Nolin J., Olson N., The internet of things and convenience, „Internet Res.” 2016, nr 26(2).

6. Andersson P., Mattsson L.-G., Service innovations enabled by the internet of things, „IMP J.” 2015, nr 9(1).
7. Kumar S. P. L., State of The Art-Intense Review on Artificial Intelligence Systems Application in Process Planning and Manufacturing, „Engineering Applications of Artificial Intelligence” 2017, nr 65.
8. Parvin S., Hussain F., Hussain O., Thein T., Park J., Multi-cyber framework for availability enhancement of cyber-physical systems, „Computing” 2013, nr 95(10-11).
9. Sehwan P., 3D Printing Industry Trends, „The International Journal of Advanced Culture Technology” 2014, nr 2(1).
10. Scavo F., Newton B., Longwell M., Choosing Between Cloud and Hosted ERP, and Why it Matters, „Computer Economics Report” 2012, nr 34(8).
11. Paelke V., Augmented reality in the smart factory: Supporting Workers in an Industry 4.0 Environment, „2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)” 2014, nr 1-4.
12. Gorecky D., Schmitt M., Loskyll M., Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 era, IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Porto Alegre 2014.
13. Kehoe B., Patil S., Abbeel P., Goldberg K., A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation, „IEEE Transactions on Automation Science and Engineering” 2015, nr 12(2).
14. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M., How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective, „Int. J. Mech. Ind. Sci. Eng.” 2014, nr 8(1).
15. Zhong R. Y., Xu X., Klotz E., Newman S., Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review, „Engineering” 2017, nr 3(5).
16. Berger C., Hees A., Braunreuther S., Reinhart G., Characterization of Cyber-Physical Sensor Systems, „Procedia CIRP” 2016, nr 41.
17. Kovalský M., Mičieta B., Support Planning and Optimization of Intelligent Logistics Systems, „Procedia Engineering”, 2017, nr 192.
18. Bechtis D., Tsolakis N., Vlachos D., Srari J. S., Intelligent Autonomous Vehicles in digital supply chains: A framework for integrating innovations towards sustainable value networks, „Journal of Cleaner Production”, 2018, nr 181.
19. Wang Y., Potter A., Naim M., Beevor D., A case study exploring drivers and implications of collaborative electronic logistics marketplaces, „Industrial Marketing Management” 2011, nr 40(4).
20. Cirulis A., Ginters E., Augmented Reality in Logistics, „Procedia Computer Science” 2013, nr 26.
21. Bobrowski D., Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach, WNT, Warszawa 1985.
22. Pinheiro E., Weber W.-D., Barroso L. A., Failure Trends in a Large Disk Drive Population, 5th USENIX Conference on File and Storage Technologies FAST’07, San Jose 2007.

---

**The use of ERP systems in didactics of higher education in the era of the concept of Industry 4.0 and Logistics 4.0**

The article presents challenges faced by higher education didactics resulting from the development of new concepts, Industry 4.0 and Logistics 4.0. In this context, there is now a research problem in how to conduct the didactic process, to be related to the real issues of the production companies and the TSL industry that occur in the everyday life of a company. The article may be an aid in choosing a modern ERP class system for the needs of the didactic process in a higher education institution, which should support a sequence of integrated procurement processes, production and distribution of goods as part of the Industry 4.0 and Logistics 4.0 concept. The selection process presented in the article should include the formulation of requirements regarding the selection of the appropriate ERP system by the university, the choice of the system and the parameterization of the solution to the specifics of the didactic classes along with the development of the laboratory schedule.

---

**Keywords:** ERP, Industry 4.0, Logistics 4.0.

**Autor:**

dr inż. **Witold Torbacki** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, Instytut Zarządzania Transportem, Zakład Inteligentnych Systemów Decyzyjnych, 70-507 Szczecin, ul. H. Pobożnego 11, w.torbacki@am.szczecin.pl