

KONCEPCJA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU WSPOMAGAJĄCEGO DIAGNOSTYKĘ PRZEMYSŁOWĄ

Andrzej KAMIŃSKI

Streszczenie: W artykule zostały przedstawione rezultaty projektu badawczo – aplikacyjnego, którego celem było opracowanie założeń funkcjonalnych oraz implementacja prototypu zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego wielokryterialną analizę i ocenę procesów produkcyjnych i środowiskowych, w szczególności maszyn, urządzeń i stanowisk pracy.

Słowa kluczowe: diagnostyka przemysłowa, systemy eksperckie, Business Intelligence.

1. Wprowadzenie – analiza i ocena potrzeby komputerowego wspomaganie procesów zarządzania bezpieczeństwem i środowiskiem pracy w przemyśle

Zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, w przygotowaniu nowych programów badań przemysłowych ukierunkowanych na opracowanie innowacyjnych technologii planowania i optymalizacji produkcji powinna zostać uwzględniona, w znacznie szerszym niż dotychczas zakresie, problematyka zarządzania czynnikiem ludzkim w procesach pracy, bezpieczeństwem i materialnym środowiskiem pracy.

Strategiczny Program Badawczy Unii Europejskiej ETPIS (ang. European Technology Platform „Industrial Safety”) wskazuje na potrzebę znaczącej redukcji: wypadków przy pracy w przemyśle, poważnych awarii przemysłowych oraz negatywnego wpływu przemysłu na środowisko. Główne kierunki badań naukowych przyjętych do realizacji przez ETPIS to m.in.: analiza i ocena ryzyk zawodowych, niezawodność i bezpieczeństwo konstrukcji przemysłowych, organizacja pracy na stanowisku roboczym i zarządzanie kapitałem ludzkim, bezpieczeństwo pracy i eksploatacji maszyn, zarządzanie środowiskiem pracy [1].

Dane Głównego Urzędu Statystycznego oraz Centralnego Urzędu Ochrony Pracy wskazują, że poziom zarządzania bezpieczeństwem oraz środowiskiem pracy w krajowych przedsiębiorstwach przemysłowych jest wciąż wysoce niezadowolający. W Polsce w 2014 roku największy odsetek wypadków przy pracy wystąpił w dwóch grupach zawodowych, tj.: robotnicy przemysłowi i rzemieślnicy (26,5%) oraz operatorzy i monterzy maszyn i urządzeń (18,5%). Co więcej, wśród poszkodowanych w wypadkach ze skutkiem śmiertelnym w grupie operatorów i monterów maszyn i urządzeń wystąpił najwyższy odsetek osób poszkodowanych w wypadkach ze skutkiem śmiertelnym w Polsce. Jako podstawowe przyczyny wypadków przy pracy wymienia się nieprawidłowe zachowania pracownika (55,6%), niewłaściwą organizację pracy lub stanowiska pracy (11%) oraz niewłaściwy stan czynnika materialnego (9,2%). Przykładowo, odsetek pracowników narażonych na hałas przez co najmniej 1/4 czasu pracy, wynoszący w Polsce 41,6%, był największy w Europie i ok. dwukrotnie większy od odnotowanego w Holandii (20%) lub Wielkiej Brytanii (23,7%). Podobnie procent osób narażonych w Polsce na drgania mechaniczne pochodzące od maszyn i narzędzi, wynoszący 31,2%, był jednym

z największych w Europie i ok. dwukrotnie większy od odnotowanego w Szwecji (15,1%), Wielkiej Brytanii (15,4%) i Holandii (15,9%) [2].

Należy podkreślić, że brak zintegrowanych rozwiązań w obszarze zarządzania produkcją, bezpieczeństwem oraz materialnym środowiskiem pracy w krajowych przedsiębiorstwach przemysłowych prowadzi do wymiernych strat ekonomicznych i społecznych. W 2014 r. odnotowano wzrost zarówno liczby jak i kosztu odszkodowań przysługujących z tytułu wypadków przy pracy. Liczba tego rodzaju świadczeń wyniosła 27,5 tys. (w tym, 73,4% to świadczenia na rzecz firm sektora prywatnego), natomiast ich koszt kształtował się na poziomie 103,2 mln zł (w tym, 75,4% przypadało na firmy sektora prywatnego). Odszkodowania z tytułu wypadków przy pracy stanowiły 96,3% ogółu zrealizowanych odszkodowań, a przeznaczono na nie 90,4% wypłaconej kwoty. Średni koszt świadczeń wypłaconych z tytułu wypadków przy pracy w 2014 r. wyniósł ogółem 3990 zł [3].

W Polsce kwestie związane z zarządzaniem bezpieczeństwem i środowiskiem nadal postrzegane są głównie przez pryzmat coraz bardziej skomplikowanych przepisów i wynikających z nich obowiązków dla przedsiębiorców oraz konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów [4]. Brakuje adekwatnych metod, technik i narzędzi wspomagających wielokryterialną analizę danych przemysłowych oraz szacowanie ekonomicznych strat związanych z nieprzebrnięciem procedur bezpieczeństwa oraz wymagań środowiskowych.

Badania przeprowadzone na grupie 58 przedsiębiorstw, zatrudniających powyżej 50 pracowników wykazały realne korzyści z wdrażania rozwiązań systemowych w obszarze zarządzania bezpieczeństwem PN-N-18001 i środowiskiem pracy ISO 14001 [5]. Do kluczowych korzyści zaliczono: identyfikację zagrożeń i oceny związanego z nimi ryzyka zawodowego, poprawę warunków pracy, redukcję wypadków przy pracy, poprawę jakości wyrobów, ustalenie zasad reagowania na wypadki przy pracy i awarie oraz obniżenie kosztów technologii wytwarzania. Do obiektywnych trudności zaliczono: złożoność procedur wdrożeniowych oraz brak technicznego wsparcia w procesie tworzenia, przetwarzania i analizy powstałej dokumentacji. Wykazano, że uzyskanie długofalowych korzyści wymaga opracowania planu cyklicznych audytów oraz ciągłej kontroli planu realizacji bieżących działań korygujących. Wyniki badań empirycznych potwierdzają tezę, że wdrażanie tzw. zintegrowanych systemów zarządzania (jakość, bezpieczeństwo, środowisko pracy) stanowi kolejny etap procesu restrukturyzacji krajowych przedsiębiorstw przemysłowych. Proces ten może zostać efektywnie wsparty technologią informatyczną, co niewątpliwie wyeliminuje (znacznie ograniczy) zdiagnozowane trudności w realizacji tej kategorii przedsięwzięć.

Wyniki cytowanych analiz statystycznych jednoznacznie wskazują, że istnieje obiektywna potrzeba opracowania nowych programów badawczych, których celem będzie uzyskanie efektu synergii pomiędzy optymalizacją wykorzystania czynników produkcji, a poprawą warunków pracy w przedsiębiorstwach przemysłowych, wdrażaniem prewencyjnych systemów zapobiegania wypadkom przy pracy, redukcją chorób zawodowych poprzez eliminację (znaczne ograniczenie) wpływu czynników szkodliwych na organizm ludzki. Powszechnie akceptowany pogląd, że nowoczesna technologia przemysłowa to przede wszystkim technologia bezpieczna oraz jednocześnie dostosowana do właściwości psychofizycznych jej użytkowników może być realizowany wówczas, gdy zostanie przyjęta podstawowa zasada: wymagania dotyczące organizacji i bezpieczeństwa procesów pracy oraz środowiska pracy stanowią nieodłączną część wymagań techniczno – ekonomicznych, dotyczących nowoczesnej organizacji produkcji.

Koncepcja zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej (ang. Integrated System Supporting Industrial Diagnosis) odpowiada, zatem na potrzebę rynku dotyczącą projektowania tzw. rozwiązań kompleksowych w obszarze informatycznego wspomagania procesów zarządzania bezpieczeństwem i środowiskiem pracy w krajowych przedsiębiorstwach przemysłowych.

Zastosowanie zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej w realnych warunkach przemysłowych, umożliwi określenie wymiernych, ekonomicznych strat wynikających z absencji chorobowej spowodowanej niekorzystnymi warunkami pracy (m. in. hałas, oświetlenie, mikroklimat).

Przykładowo, celowe wydaje się być opracowanie wielokryterialnych modeli informatycznych – decyzyjnych na potrzeby analizy ryzyk zawodowych, psychofizycznych obciążeń związanych z wykonywaną pracą, czynników środowiskowych oraz kosztów przestoju związanych z wypadkowością i absencją chorobową, kosztów wypłaconych odszkodowań oraz leczenia dolegliwości i chorób zawodowych. Zastosowanie technologii Business Intelligence, umożliwi wielokryterialną analizę zdarzeń gospodarczych w odniesieniu do zakładu, wydziału, linii technologicznej, czy też grupy stanowisk pracy. Uzyskanie miarodajnych zestawień i statystyk będzie możliwe za pomocą komputerowej ewidencji procesów produkcyjnych, procesów pracy, a także procesów związanych z bezpieczeństwem oraz materialnym środowiskiem pracy. Efektywne wykorzystanie technologii Business Intelligence umożliwi wielokryterialną analizę danych faktograficznych związanych z rzeczywistym obciążeniem pracowników w procesach pracy z uwzględnieniem uciążliwości, zagrożeń wypadkowych oraz czynników potencjalnie niebezpiecznych i szkodliwych.

Odnosząc się do dokumentu programowego „Strategia. Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r.” należy podkreślić, że poprawa stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy może spowodować zmniejszenie kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo i społeczeństwo, wpływając równocześnie na zwiększenie konkurencyjności polskiej gospodarki i polskich przedsiębiorstw. Osiągnięcie tego efektu wymaga jednak konsekwentnej realizacji działań zmierzających do poprawy stanu bezpieczeństwa i warunków pracy, odpowiednio do wymagań dyrektyw Unii Europejskiej.

2. Model systemu informatycznego wspomagającego procedury diagnostyczne w przemyśle

Misję zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej stanowi wielokryterialna analiza i ocena procesów produkcyjnych i środowiskowych, w szczególności maszyn, urządzeń i stanowisk pracy. W ramach projektu, zostały przewidziane rozwiązania dotyczące identyfikacji, formalizacji i kodyfikacji zbioru czynników diagnostycznych, a także prowadzenia procedur wielokryterialnej diagnostyki stanowisk pracy. Projekt został zrealizowany w ramach programu badań przemysłowych POIG.01.03.01-14-059/12, który został dofinansowany z funduszy Unii Europejskiej.

Zintegrowany system wspomagający procedury diagnostyki przemysłowej umożliwi będzie planowanie działań modernizacyjno – usprawniających w obszarze kształtowania warunków pracy, bezpieczeństwa i środowiska pracy. W ujęciu szczegółowym, uwzględnione zostaną czynniki mające wpływ na:

- 1) warunki pracy (m.in. warunki przestrzenne czynności ruchowych, systemy sygnalizacji i sterowania, obciążenie fizyczne, obciążenie psychiczne, warunki widoczności, warunki odbioru informacji słuchowej);
- 2) bezpieczeństwo procesu technologicznego (m.in. spawalnictwo, odlewnictwo, obróbka skrawaniem, prace elektromechaniczne, montaż, przetwórstwo wtryskowe), bezpieczeństwo procesów transportowych (m.in. środki transportu poziomego i pionowego, drogi komunikacyjne w halach produkcyjnych, magazyny płynów i materiałów sypkich) oraz jakość wyposażenia stanowiska pracy (narzędzia ręczne i pomoce warsztatowe, podręczny sprzęt przeciwpożarowy, urządzenia ochronne maszyn, instrukcje eksploatacji i konserwacji maszyn);
- 3) parametry środowiska pracy (zanieczyszczenia powietrza, hałas, drgania mechaniczne, oświetlenie, mikroklimat).

W ujęciu szczegółowym, zintegrowany system wspomagający procedury diagnostyki przemysłowej obejmuje cztery, główne moduły funkcjonalne:

- 1) Moduł wspomagający zarządzanie infrastrukturą przemysłową (ewidencja linii produkcyjnych, maszyn, urządzeń technicznych i stanowisk pracy);
- 2) Moduł wspomagający wielowymiarową analizę danych diagnostycznych z wykorzystaniem technologii Business Intelligence;
- 3) Moduł ekspercki – komputerowe wspomaganie procedur diagnostycznych z wykorzystaniem technologii systemów inżynierii;
- 4) Moduł integracyjny – platforma integracji umożliwiająca wymianę dokumentów elektronicznych pomiędzy nowo opracowanym systemem branżowym, a standardowym oprogramowaniem wspierającym procesy operacyjne i zarządcze klasy MES/ERP/HRM.

2.1. Założenia funkcjonalne dotyczące implementacji modułu wspomagający zarządzanie infrastrukturą przemysłową

W ramach realizacji prac projektowych związanych z implementacją rozwiązań technologicznych, aplikacyjnych i systemowych, kluczową rolę odegrały prace związane z opracowaniem komputerowego modelu przedsiębiorstwa przemysłowego z uwzględnieniem struktury organizacyjnej, typologii linii produkcyjnych, organizacji procesów produkcyjnych, kompletacji maszyn i stanowisk pracy, a także czynnika ludzkiego w procesie produkcyjnym. Przed przystąpieniem do projektowania procedur diagnostycznych, została opracowana tzw. platforma aplikacyjna (ang. application framework), tj. zbiór elementów stałych i zmiennych związanych z ewidencją maszyn i urządzeń technicznych oraz pracowników, operujących na poszczególnych stanowiskach pracy. Uwzględniona została kwestia archiwizacji zdarzeń pracowniczych (np. ewidencja wypadków przy pracy).

W ramach realizacji projektu zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej, przewidziana została możliwość rejestracji parametrów umożliwiających optymalny dobór warunków pracy oraz psychofizycznych obciążeń adekwatnych do złożoności i ciężkości wykonywanej pracy. Przykładowo, w procesie planowania zadań, operacji i czynności roboczych dla poszczególnych stanowisk pracy można efektywnie uwzględnić problematykę badania obciążenia fizycznego pracowników stosując chronometrażowo – tabelaryczną metodę Lehmana lub normę ISO 8996 „Ergonomics – Determination of metabolic heat production”. W metodzie tej ocena obciążenia fizycznego dokonywana jest za pomocą analizy pozycji przy pracy oraz analizy

czynności roboczych. Na podstawie chronometrażu pracy, analizy pozycji i czasu wykonania czynności roboczych oraz –opracowanej w ramach projektu – bazy danych zawierającej informacje o wydatku energetycznym dla poszczególnych czynności, możliwe będzie oszacowanie efektywnego obciążenia fizycznego pracownika.

W ramach programu badań przemysłowych, typowa dla standardowych pakietów MRP/MES, funkcja ewidencji zadań i operacji na stanowisku pracy została rozszerzona o elementy związane z optymalnym planowaniem obciążenia fizycznego związanego z wykonywaniem przez pracownika poszczególnych czynności roboczych. Statystyki GUS potwierdzają zasadność badania obciążenia fizycznego. Z przeprowadzonej przez GUS analizy wynika, że w badanej grupie 15 498 tys. pracujących ponad połowa wskazała na występowanie w ich miejscu pracy zagrożeń fizycznych. Nadmierne obciążenie fizyczne przekłada się bowiem na urazy i choroby zawodowe, co jest źródłem wymiernych strat dla przedsiębiorcy [6].

2.2. Założenia funkcjonalne dotyczące implementacji modułu Business Intelligence

Realizacja projektu zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej obejmowała opracowanie wielowymiarowych modeli analitycznych za pomocą, których można dokonać analizy oddziaływania czynników technologicznych i środowiskowych na wydajność pracy pracowników zatrudnionych w przemyśle. Przykładowo, ustalenie zależności pomiędzy oddziaływaniem czynników środowiska pracy na organizm człowieka, a liczbą wypadków przy pracy i zwolnień chorobowych możliwe jest na podstawie pełnego „obrazu” danych przemysłowych zapisanych w centralnej hurtowni danych. W hurtowni danych będą składowane również dane historyczne z innych systemów informatycznych przedsiębiorstwa np. systemu kadrowo – płacowego, co umożliwi obliczenie wysokości ekonomicznych strat związanych z niekorzystnym wpływem warunków pracy oraz czynników środowiska pracy na organizm ludzki.

W ramach projektu, zostały opracowane rozwiązania technologiczne umożliwiające wielowymiarową analizę danych z wykorzystaniem technologii OLAP (ang. On-Line Analytical Processing), Data Mining i Text Mining. Rozwiązania Business Intelligence zostały opracowane z wykorzystaniem oprogramowania narzędziowego: MS SQL Server (hurtownia danych), MS SQL System Integration Services (ekstrakcja, konwersja i zasilenie hurtowni danych w zdefiniowanych interwałach czasowych), MS SQL Analysis Services (komponenty aplikacji analitycznej), MS SQL Reporting Services (raportowanie).

2.3. Założenia funkcjonalne dotyczące implementacji modułu eksperckiego

Celem zastosowania technologii systemów eksperckich w procesie zarządzania daną organizacją i kontrolowaniu zachodzących w niej procesów jest pozyskanie wyspecjalizowanej wiedzy i doświadczeń menadżerów poszczególnych przedsiębiorstw, branż i gałęzi przemysłowych oraz zespołu analityków biznesowych, w celu zastosowanie tej wiedzy w procesie rozwiązywania indywidualnych problemów decyzyjnych zarządzania. Projektowanie systemów eksperckich przyczynia się również do postępu w danej dziedzinie nauki przez systematyzację i formalizację ogólnodostępnej, literaturowej wiedzy teoretycznej oraz prywatnej wiedzy empirycznej, która zostanie uporządkowana w systemie w postaci heurystyk i operacji logicznych.

Systemy eksperckie mogą zostać efektywnie wykorzystane w przemyśle, np. w procesie analizy i oceny ryzyka zawodowego. Zgodnie z art. 226 Kodeksu Pracy,

każdy pracodawca jest zobowiązany przeprowadzić analizę i ocenę ryzyka zawodowych. Podstawowe zasady przeprowadzania oceny ryzyka zawodowego znajdują się w PN-N-18002:2011 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy”. Jednakże, dokument ten nie zawiera procedur postępowania, a jedynie ramowe zalecenia i wytyczne. Krajowe przedsiębiorstwa dysponują ograniczonymi środkami na zlecenie kosztownych opinii i raportów doradczych. Istnieje, zatem realne zapotrzebowanie rynku na wdrażanie rozwiązań informatyczno – decyzyjnych wspomagających procesy diagnostyczne.

W ramach projektu opracowany został moduł ekspercki wspomagający diagnostykę maszyn, urządzeń i stanowisk pracy. Misją modułu eksperckiego jest wyszukiwanie tzw. „wąskich gardeł” w procesie technologicznym, organizacji linii produkcyjnych i stanowisk pracy (procedura diagnostyczna) oraz sygnalizowanie racjonalnych kierunków modyfikacji i usprawnień stanu istniejącego (prognoza działań korygujących). W ramach projektu, zostały opracowane mechanizmy wnioskowania heurystycznego na podstawie wiedzy zapisanej w bazach danych produkcyjnych, bazach faktów diagnostycznych oraz bazach reguł z wykorzystaniem stosowanych w systemach inżynierii wiedzy mechanizmów wnioskowania progresywnego i regresywnego. Przeprowadzono również prace badawczo – aplikacyjne związane z opracowaniem formuły interakcji systemu z użytkownikiem, dialogu, wizualizacji procesu wnioskowania heurystycznego. Uwzględniono m.in. możliwości implementacji systemu wielowariantowych odpowiedzi na pytania diagnostyczne, zasad ergonomii w procesie tworzenia systemu ekranów informacyjnych i sterowniczych, technik multimedialnych.

W ramach projektu, zostały przeprowadzone prace związane z opracowaniem struktury oraz zawartości informacyjnej formularzy oraz dokumentów elektronicznych wykorzystywanych w procesach diagnostycznych. Opracowano zasady zapisu wyników diagnozy w sposób zwarty i syntetyczny. Sformułowano system ocen punktowych poszczególnych czynników diagnostycznych. I najważniejsze, została przewidziana możliwość syntezy ocen poszczególnych czynników diagnostycznych w postaci mierzalnych wskaźników liczbowych. Proponowane podejście umożliwia określenie poziomu jakości stanowiska pracy w sposób wymierny i umożliwiający budowę harmonogramów działań o charakterze modernizacyjno – korygującym.

2.4. Założenia funkcjonalne dotyczące implementacji modułu integracyjnego

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że brak możliwości integracji specjalistycznych systemów branżowych wspomagających zarządzanie produkcją z innymi systemami obsługującymi typowe operacje finansowo – księgowo, kadrowo – płacowe itp., znacznie ogranicza możliwości ich zastosowania w realnych warunkach przemysłowych. Kompleksowe podejście do problematyki działań o charakterze integracyjnym może stanowić opracowanie formuły platformy integracji systemów informatycznych.

Podstawą integracji nowoopracowanego systemu ze standardowym oprogramowaniem klasy MRP, MES, HRM będzie wdrożenie platformy integracji z wykorzystaniem standardów otwartych klasy SOA (ang. Service Oriented Architecture) oraz ESB (ang. Enterprise Service Bus). Platforma integracji stanowi niezależną warstwę oprogramowania klasy middleware za pomocą, której możliwe jest łączenie systemów międzyorganizacyjnych i rozproszonych. Platforma integracji gwarantuje zachowanie niezależności poszczególnych systemów informatycznych, a zarazem dostarcza zestaw komponentów i usług wspomagających proces wymiany danych i dokumentów elektronicznych.

Mając na uwadze obiektywną potrzebę integracji nowooprocowanego systemu z innymi aplikacjami branżowymi, ta forma integracji gwarantuje autonomiczność poszczególnych systemów, możliwość transakcyjnej wymiany dokumentów pomiędzy systemami heterogenicznymi, a także elastyczność. Elastyczność należy rozumieć jako możliwość funkcjonalnego i technologicznego rozwoju poszczególnych, integrowanych systemów bez konieczności rekonstrukcji architektury wdrożonej platformy integracji. Rozwiązaniem technologicznym, gwarantującym przyszłą możliwość integracji oprogramowania aplikacyjnego jest wykorzystanie koncepcji tworzenia systemu w architekturze SOA, inżynierii komponentowej oraz technologii Web – Services.

3. Podsumowanie

Obserwowany w ostatnich latach ciągły rozwój technologii wytwarzania prowadzi do wzrostu złożoności systemów produkcyjnych. Ponadto, stawiane są coraz większe wymagania (m.in. zwiększenie asortymentu, redukcja strat, wdrażanie systemów zarządzaniem środowiskiem ISO 14 001) w stosunku do niezawodności i jakości sterowania procesami produkcyjnymi.

Diagnostyka procesów produkcyjnych i środowiskowych stanowi immanentny element zarządzania współczesnym przedsiębiorstwem przemysłowym. Celowe jest prowadzenie badań związanych z komputeryzacją procesów diagnostycznych, a w szczególności zastosowania rozwiązań z dziedziny systemów sztucznej inteligencji oraz Business Intelligence.

Do podstawowych korzyści z wdrożenia zintegrowanego systemu wspomagającego procedury diagnostyki przemysłowej w realnych warunkach przemysłowych można zaliczyć: korzyści organizacyjne (zmniejszenie liczby wypadków i urazów przy pracy, wzrost wydajności pracy, identyfikacja zagrożeń i szybkie przeciwdziałanie tym zagrożeniom w przyszłości), a także korzyści ekonomiczne (ograniczenie kosztów związanych z przestojami, wypadkami, chorobami zawodowymi oraz wypłatą potencjalnych odszkodowań, świadczeń, kar umownych, zmniejszenie kosztów pracy, preferencje w pozyskiwaniu dotacji na inwestycje i modernizacje).

Literatura

1. <http://www.industrialsafety-tp.org>. Odczyt: 2016-11-05
2. Warunki pracy w 2014 r. GUS. Warszawa 2015; Wypadki przy pracy i problemy związane z pracą. GUS. Warszawa 2014
3. Wypadki przy pracy w 2014 r. GUS. Warszawa 2015.
4. Zintegrowane zarządzanie środowiskiem dla polskich małych i średnich przedsiębiorstw MSP. Projekt badawczy LIFE 04 ENV/PL/000673. Fundacja Partnerstwo dla Środowiska.
5. Pacana.A. Synteza systemowego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy (Monografia). Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2016
6. Wypadki przy pracy i problemy związane z pracą. GUS. Warszawa 2014

Dr inż. Andrzej KAMIŃSKI
Instytut Informatyki i Gospodarki
Cyfrowej
Kolegium Analiz Ekonomicznych
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

02-554 Warszawa
Al. Niepodległości 162
tel. (0-22) 564-87-08
e-mail: andrzej.kaminski@sgh.waw.pl