



Artur KOZŁOWSKI\*, Piotr WOJTAS\*\*

## **Systemowe podejście do cyfryzacji w procesach technologicznych w górnictwie**

Streszczenie: W artykule zaprezentowano systemowe podejście do cyfryzacji w górnictwie, obejmujące proces produkcyjny, nadzoru i zarządzania. Scharakteryzowano zagadnienie ciągłości działania infrastruktury krytycznej w kontekście obiektu przemysłowego – kopalni. Omówiono rozwiązanie kompleksowego oferowanego przez Grupę CNP EMAG – Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa „SILESIA”, będącego przykładem podejścia systemowego skutecznie wdrożonego do przemysłu. Zawarto informacje dotyczące projektowania rozwiązań technicznych na poziomie sprzętowym i oprogramowania z możliwością oceny projektowanych rozwiązań w Pracowni Rozwoju Technologii Bezpieczeństwa Informacji SecLab w Instytucie EMAG.

Słowa kluczowe: cyfryzacja, SILESIA, SecLab, systemy rozproszone

### **Systemic approach to digitalization in technological processes in mining**

Abstract: The article features a systemic approach to digitalization in mining, covering the production process, supervision and management. Business continuity management of a critical infrastructure was characterized with respect to an industrial facility, i.e. a mine. The “SILESIA” Integrated Security System was described. This solution, offered by CNP EMAG, is an example of a systemic approach successfully implemented in industry. The article includes information about the development of technological hardware solutions as well as software which is able to assess the solutions developed in the SecLab Information Security Technology Development Laboratory in the EMAG Institute.

Keywords: digitalization, SILESIA, SecLab

---

\* Dr inż., Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice; e-mail: artur.kozlowski@ibemag.pl

\*\* Dr inż., Centrum Naukowo Przemysłowe EMAG S.A., Katowice; e-mail: piotr.wojtas@cnp-emag.pl

## Wprowadzenie

Cyfryzacja szeroko rozumianej dzisiaj gospodarki jest jedną z najbardziej dynamicznych zmian naszych czasów. Otwiera ona bowiem i jednocześnie stwarza nowe możliwości w tworzeniu modeli biznesowych. Skutkuje to z kolei dużą niepewnością oraz powstawaniem nowych, różnego rodzaju zagrożeń, które związane są m.in. ze skutkami automatyzacji procesów (technologicznych, wytwórczych itp.) czy też bezpieczeństwa. Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że szeroko rozumiana cyfryzacja jako ciągły proces konwergencji rzeczywistego i wirtualnego świata staje się głównym motorem innowacji i zmian w większości sektorów gospodarki. Aktualnie można powiedzieć, że kluczowymi czynnikami napędzającymi rozwój gospodarki są m.in.:

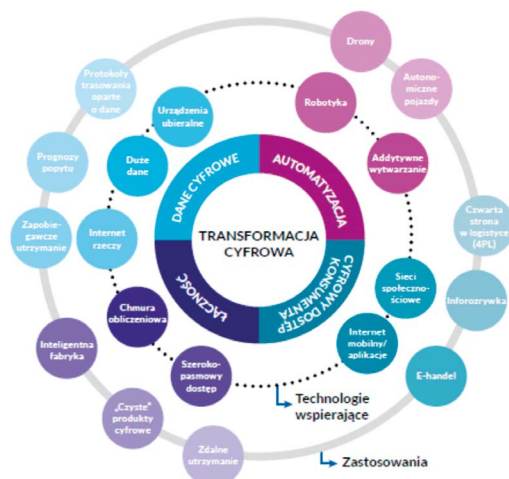
- Internet rzeczy (IoT),
- wszechobecna łączność,
- aplikacje i usługi oparte na chmurze obliczeniowej,
- analityka dużych zbiorów danych (BDA) oraz duże dane działające jako usługa (BDaaS),
- automatyzacja oraz robotyzacja,
- wielokanałowe oraz wszechkanałowe modele dystrybucji produktów i usług.

Wyznaczony kierunek jest nieunikniony, dlatego też przedsiębiorstwa, a nawet można powiedzieć cała gospodarka, aby sprostać tym zmianom, muszą dokonać tzw. transformacji cyfrowej, co zresztą już się dzieje. Przejawem adaptacji do funkcjonowania w warunkach gospodarki cyfrowej w poszczególnych sektorach stały się m.in.: koncepcje Przemysł 4.0, Motoryzacja 4.0 czy Logistyka 4.0.

W raporcie przygotowanym w 2015 roku przez firmę konsultingową Roland Berger na zlecenie Federalnego Związku Przemysłu Niemieckiego (BDI) na podstawie badania kluczowych dla niemieckiej i europejskiej gospodarki sektorów zidentyfikowane zostały cztery dźwignie procesu transformacji cyfrowej (rys. 1) (Rifkin 2012):

- cyfrowe dane,
- automatyzacja,
- łączność,
- cyfrowy dostęp konsumentów.

W ostatnich kilku latach automatyzacja i robotyzacja wkraczają w coraz nowe dziedziny życia. Najszybciej rośnie rynek robotów przemysłowych (ISO ITR 8373). Według normy ISO ITR 8373 są to automatycznie sterowane, programowalne, wielozadaniowe maszyny o wielu stopniach swobody, posiadające właściwości manipulacyjne lub lokomocyjne; maszyna ta może być stacjonarna lub mobilna. Robotyzacja produkcji, przyczyniając się do poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw, zwiększa ogólny poziom konkurencyjności polskiego przemysłu i całej polskiej gospodarki. Obecne tempo robotyzacji jest jednak niezadowalające, a brak przyspieszenia spowoduje, że będzie się pogarszać ogólny poziom konkurencyjności polskich wyrobów przemysłowych na rynkach międzynarodowych. W Polsce nadal też istnieje duża luka informacyjna dotycząca możliwości zastosowania robotów przemysłowych oraz efektów, jakie ich wdrożenie może przynieść przedsiębiorstwom (Łapiński i in. 2015). Według Gartnera, w 2016 i kolejnych latach najistotniejsze będą



Rys. 1. Czynniki napędzające transformację cyfrową przemysłu

Fig. 1. Factors driving the digital transformation of industry

trzy trendy związane z automatyzacją: relacje pomiędzy ludźmi i maszynami (P2M), inteligencja maszyn stosowana w środowisku pracy, a także ewolucja tzw. Nexus of Forces, tj. konwergencja mediów społecznościowych, mobilności i chmury obliczeniowej. Potwierdza to także raport Accenture Technology Vision 2016, w świetle którego jednym z kluczowych trendów jest zmiana podejścia w wykorzystaniu sztucznej inteligencji w procesach biznesowych. W inteligentnej automatyce nie chodzi o zastąpienie ludzi przez maszyny, ale o zwiększenie efektywności operacyjnej dzięki wykorzystaniu interakcji pomiędzy ludźmi i maszynami. Wraz z rozwojem sieci systemów informatycznych i komunikacyjnych, wdrażaniem technologii chmury oraz rozpowszechnieniem się Internetu wszechrzeczy wzrasta liczba ataków i innych zewnętrznych zagrożeń cybernetycznych. Zagadnienia związane z cyberbezpieczeństwem nabierają znaczenia na wszystkich poziomach – administracji publicznej, instytucji finansowych, międzynarodowych korporacji, małych i średnich firm oraz użytkowników indywidualnych. Bardzo ważną grupą stają się zakłady przemysłowe z powodu coraz większej ilości stosowanych systemów informatycznych i związaną z tym ilością danych. Systemy te są różne, możemy je systematyzować według rodzaju, zastosowania, funkcji, ilości danych itp. W związku z tak dużą ilością danych i obiektów, funkcjami bezpieczeństwa czy sterowania, bardzo ważne stają się zagadnienia związane ze wspomnianym już bezpieczeństwem danych, jak również z bezpieczeństwem (ciągłością działania) procesów (Kozłowski i in. 2015).

W artykule przedstawiono Zintegrowany System Bezpieczeństwa SILESIA oraz podejście systemowe do procesów w zakładzie wydobywczym, będącym elementem infrastruktury krytycznej. Zaprezentowano narzędzia do zapewnienia ciągłości działania i projektowania rozwiązań o podwyższonym bezpieczeństwie na przykładzie prac naukowo-badawczych. Przedstawione przykłady rozwiązań zostały opracowane w wyniku współpracy Instytutu EMAG z partnerami z Grupy CNP EMAG.

## 1. Zintegrowany system bezpieczeństwa – SILESIA

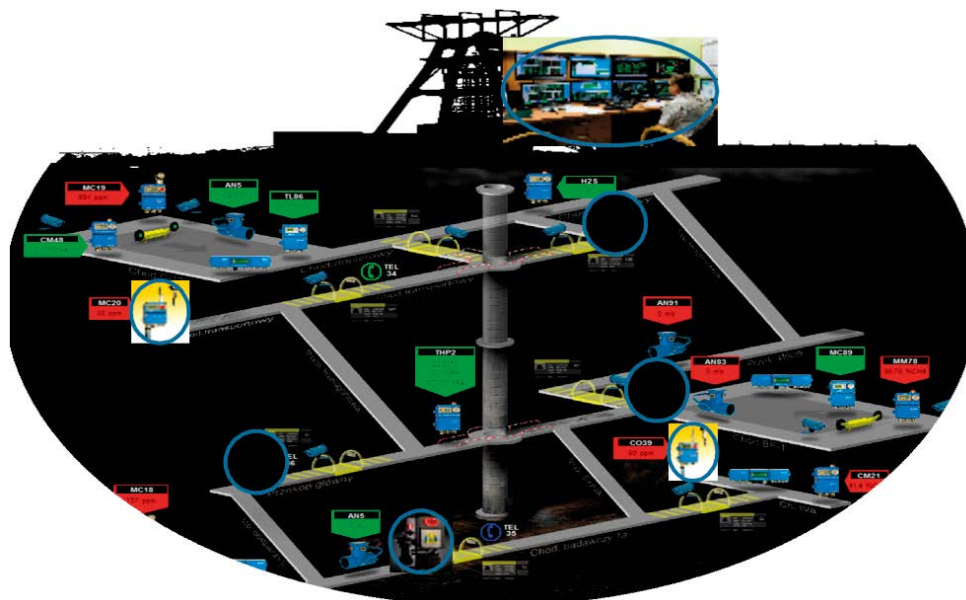
W aktualnie prezentowanych wizjach i koncepcjach świata dominuje trend głoszący, że w przyszłości osiągnie się poziom rozwoju zdefiniowany jako „Czwarta Rewolucja Przemysłowa” (Greenstein 2013; Peitz i Waldfogel 2012; Westerman i in. 2011). Analizowanie zmian w gospodarce, które są wywołane wprowadzaniem nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, powinno zostać uzupełnione o aspekt przemian ekonomicznych towarzyszących rozwojowi sfery wytwarzania i wymiany dóbr rzeczowych.

Z prezentowanych koncepcji wynika, że chodzi przede wszystkim o zmianę sposobu funkcjonowania gospodarki. Jeśli pierwszą rewolucją było wykształcenie się kapitalistycznych relacji na rynku, a drugą rewolucją była nieudana próba uspołecznienia procesów gospodarowania w systemie socjalistycznym, to trzecią rewolucją ma być świat, w którym: spadają ceny dóbr rzeczowych, w tym wyczerpywalnych surowców naturalnych, rozwój techniki po raz pierwszy powoduje bezwzględny spadek popytu na pracę wykonywaną przez człowieka. Kierując się opisanymi powyżej koncepcjami, można sformułować wizję zmian społeczno-gospodarczych, których głównym czynnikiem sprawczym jest cyfryzacja występująca jako jeden ze zdefiniowanych megatrendów (Pieriegud 2015; [https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland\\_Berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf)).

Aby unowocześnić i usprawnić zakłady wydobywcze (kopalnie), należy zastępować w możliwie największym zakresie dotąd głównie tzw. intuicyjny (subiektywny) sposób podejmowania decyzji planistycznych i zarządczych w procesach eksploatacji złóż nowoczesnymi metodami zarządzania wspomaganymi systemami IT, automatyki oraz sztucznej inteligencji, umożliwiającymi kompleksowe, wyczerpujące i obiektywne wspieranie tych decyzji. Potrzebne jest także racjonalne modyfikowanie procesów i operacji technologicznych z użyciem cyfryzacji. Cyfryzacja przemysłu jest jedną z najbardziej dynamicznych współczesnych i przyszłych zmian. Dotyczy to także przemysłu wydobywczego węgla. W niektórych kopalniach – za pomocą innowacyjnych systemów IT – skutecznie rozwiązano i pokonano dotychczas szereg problemów i barier techniczno-technologicznych, istotnych dla dalszego efektywnego funkcjonowania. Cyfryzacja w górnictwie może stwarzać także pewne niepotrzebne utrudnienia, np. w postaci: nieskoncentrowanego na określonych celach, nieskoordynowanego i niezrównoważonego tworzenia nadmiernie rozbudowanych systemów IT, niezasadnie dominujących nad merytorycznymi problemami związanymi z eksploatacją złoża. Dotyczy to przeważnie przypadków wymuszonego adaptowania na potrzeby górnictwa systemów dedykowanych pierwotnie do istotnie odmiennych dziedzin gospodarki. Cyfryzacja procesów górniczych wymaga działań skoordynowanych, spójnych i zasadniczo ukierunkowanych na ich optymalną efektywność w całości.

Przykładem systemu, powstałego w wyniku realizacji prac naukowo badawczych i badawczo rozwojowych realizowanych we współpracy Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG z firmami z Grupy CNP EMAG jest system SILESIA – Zintegrowany System Bezpieczeństwa. Obejmuje on praktycznie cały zakład przemysłowy. Elementy systemu w różnych wariantach (części systemu, dostawa kompleksowa, integracja już z funkcjonującymi) zostały wdrożone w polskich i wielu zagranicznych kopalniach (m.in. na Ukrainie i w Chinach).

Systemy te działają wspólnie w ramach tzw. Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa, obejmującego w praktyce pełen zakres działania podziemnego zakładu górniczego, jak przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura zintegrowanego systemu bezpieczeństwa Silesia

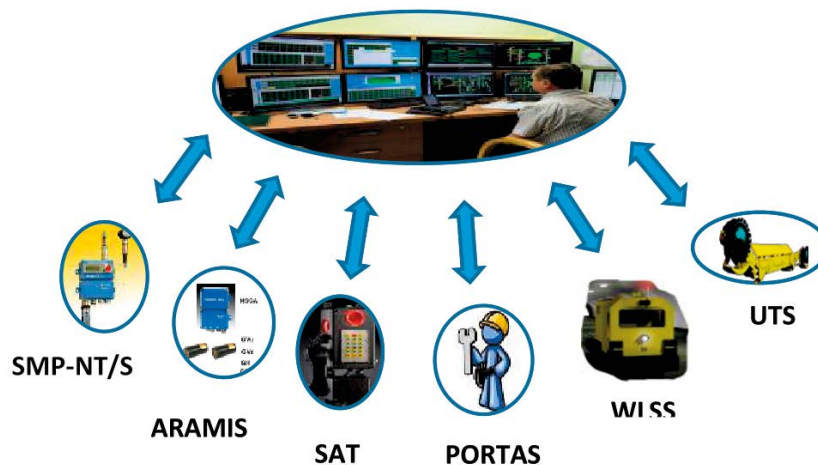
Fig. 2. The structure of the integrated Silesia security system

W Instytucie EMAG i we współpracy z partnerami komercyjnymi w ramach Grupy CNP EMAG opracowano wiele systemów, wspierających działanie zakładu przemysłowego w tzw. warstwie produkcji (przy założeniu trójwarstwowej struktury przedsiębiorstwa: produkcji, zarządzania, nadzoru). Spośród wielu można wymienić przykładowo systemy gazometryczne (SMP/NT), w tym również monitorowania parametrów atmosfery, geofizyki (ARES, ARAMIS), systemy lokalizacji i identyfikacji (PORTRAS), systemy łączności (SAT), systemy komunikacyjne oraz systemy sterowania i monitorowania pracy maszyn i urządzeń (UTS). Wszystkie z nich zostały wdrożone na obiektach, funkcjonują w wielu polskich i zagranicznych kopalniach (Wojtas i Kozłowski 2013). Dane z tych systemów gromadzone i wizualizowane są za pośrednictwem systemu dyspozytorskiego (THOR), będącego unowocześnioną wersją opracowanego w EMAG systemu SD2000. System THOR wspiera nadzór kopalni w podejmowaniu decyzji związanych z pracą zakładu górniczego m.in. pod względem bezpieczeństwa załóg górniczych i optymalizacji wykorzystania zasobów. Elementy systemu SILESIA przedstawiono na rysunku 3.

Najważniejsze cele, które zakłada się do osiągnięcia w wyniku cyfryzacji obiektu – zakładu przemysłowego, to:

- możliwie najwyższa efektywność ekonomiczna,

## Zintegrowany System Bezpieczeństwa „SILESIA”



Rys. 3. Elementy systemu SILESIA

Fig. 3. Components of the SILESIA system

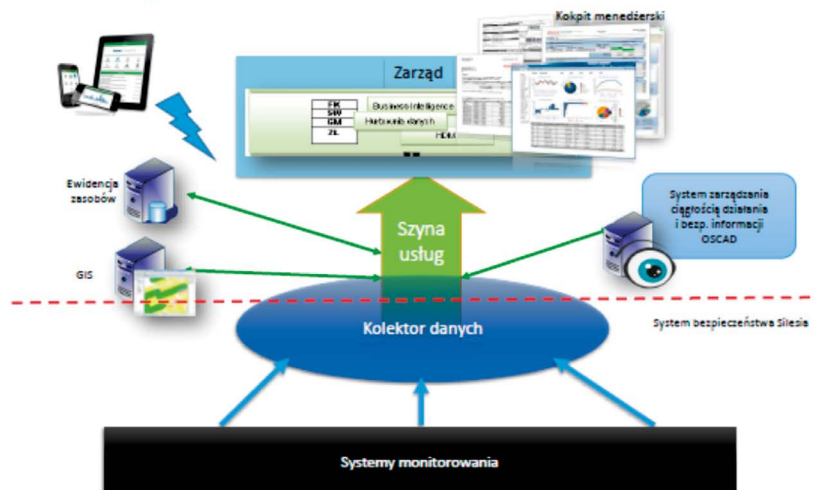
- zapewnienie dostępu do zasobów węgla w złożu według bieżących i przyszłych potrzeb,
- zapewnienie i utrzymywanie wymaganej zdolności produkcyjnej kopalni,
- zapewnienie bezpieczeństwa robót górniczych,
- optymalne wykorzystanie zasobów węgla w złożu,
- skuteczna ochrona środowiska,
- jak najwyższa efektywność energetyczna.

Prezentowane podejście kompleksowe do obiektu, jakim jest zakład przemysłowy pozwala na monitorowanie ciągle parametrów, co w rezultacie zapewnia osiągnięcie zakładanych celów.

### 2. Ciągłość działania, infrastruktura krytyczna

Biorąc pod uwagę, że dane z systemów monitorowania gromadzone są w systemie dyspozytorskim możemy założyć, że staje się on pewnego rodzaju kolektorem danych, które można wykorzystać dla „zasilenia” informacjami systemów wyższej warstwy – warstwy zarządzania. Wykorzystując istniejące już w przedsiębiorstwach systemy dziedzinowe, systemy Business Intelligence (BI) oraz rozwiązania opracowane w EMAG – zarówno sprzętowe jak i metodologiczne – możliwe było zbudowanie zintegrowanej platformy zarządzania, nazwanej Silesia+ (Kozłowski 2015), jak przedstawiono na rysunku 4.

## System zarządzania *Silesia+*



Rys. 4. System zarządzania SILESIA+

Fig. 4. SILESIA+ system management

Rozwiązania BI umożliwiają analizę wyników sprzedaży, rentowności, realizację planu sprzedaży oraz wykonanie analizy marketingowej. Analizują koszty produkcji, wydajności oraz jakości. Pozwalają na analizę realizacji zamówień, stanu zapasów, ocenę jakości i wydajności. Rozwiązania BI umożliwiają analizę zasobów kadrowych, danych płacowych, godzin pracy, a także zarządzanie kapitałem ludzkim. Dzięki kokpitom menedżerskim uzyskuje się dostęp do raportów i wskaźników pozwalających na sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem.

Przyjmując w uproszczeniu, że struktura przedsiębiorstwa oparta jest na trzech warstwach:

- produkcji,
- nadzoru,
- zarządu,

trzeba zauważyć, że z każdą warstwą wiąże się istotna kwestia zarządzania bezpieczeństwem – zarówno w zakresie tzw. *safety*, jak i *security* – ochrona zasobów fizycznych jak i informacyjnych przedsiębiorstwa (rys. 5).

Bezpieczeństwo ludzi jest sprawą oczywistą. Bezpieczeństwo informacji i procesów biznesowych wiąże się natomiast z takimi zagadnieniami, jak ciągłość działania i analiza ryzyka. Rozwiązaniem wspierającym przedsiębiorstwo w tym zakresie jest opracowany w EMAG system OSCAD, który pozwala odpowiedzieć klientowi – użytkownikowi końcowemu – na następujące pytania (Baginski i Bialas 2012):

- jak zarządzać bezpieczeństwem?
- jak zapewnić ciągłość działania?
- jak minimalizować ryzyko?



Rys. 5. Identyfikacja zagrożeń w strukturze przedsiębiorstw

Fig. 5. Threats identification in the structure of enterprises

Na rysunku 6 przedstawiono typy zagrożeń mogących wystąpić w działalności organizacji (Deming 1982).

Systemowe podejście do bezpieczeństwa jest szczególnie istotne dla firm i instytucji działających w takich dziedzinach, jak: energetyka, produkcja przemysłowa, transport, telekomunikacja, finanse, administracja publiczna, służba zdrowia, dostawy mediów, gospodarka komunalna, służby ratunkowe, a także innych wszystkich podmiotów, które:

- posiadają rozbudowane więzi kooperacyjne,
- działają w ramach łańcuchów dostaw,
- pracują w trybie *Just In Time*,



Rys. 6. Typy zagrożeń występujących w działalności organizacji

Fig. 6. Types of threats in enterprises



- są silnie uzależnione od funkcjonowania systemów technicznych i informatycznych,
- świadczą usługi w formie elektronicznej,
- są elementami krytycznej infrastruktury państwa.

## Podsumowanie

Coraz bardziej zaawansowane technologie cyfrowe przenikają obecnie niemal wszystkie aspekty życia codziennego oraz działalności biznesowej. Wyrażana jest opinia, że internet wszechrzeczy spowoduje większą rewolucję niż internet i telefonia komórkowa razem wzięte. Cyfryzacja wpływa istotnie na oczekiwania i zachowania konsumentów, zmienia zasadniczo zasady konkurencji rynkowej, a także prowadzi do powstania nowych modeli ekonomicznych. Cyfryzacja będzie miała kluczowe znaczenie dla reindustrializacji (*Accenture Technology Vision 2016*) europejskiej gospodarki, jak również dla rozwoju miast. Coraz bardziej powszechne wykorzystanie sztucznej inteligencji w procesach biznesowych będzie wymagało nowego podejścia do roli ludzi w tych procesach oraz budowania interakcji człowiek–maszyna. Ważne znaczenie dla wszystkich uczestników procesów gospodarczych, będzie mieć bezpieczeństwo procesów tworzenia, przesyłania, przetwarzania oraz przechowywania danych. Wymaga to dostosowania działań w obszarze zarządzania ryzykiem do zmieniających się zagrożeń w cyberprzestrzeni. Szczególną rolę w procesach cyfryzacji odgrywają sektory infrastrukturalne, pozostające w znacznej części domeną publiczną. Cyfryzacja jest jednym ze sposobów zapewnienia niezawodności oraz bezpieczeństwa infrastruktury sieciowej (telekomunikacyjnej, energetycznej, transportowej), a także efektywnego zarządzania i utrzymania tej infrastruktury

Wprowadzenie kompleksowego podejścia do zarządzania organizacją (przedsiębiorstwem) – umożliwi wdrożenie i utrzymanie systemów wspomagających zarządzanie firmą, zgodnych ze standardami: BS 25999 (ISO 22301) – zarządzanie ciągłością działania (BCMS – *Business Continuity Management System*, czyli SZCD – System Zarządzania Ciągłością Działania) oraz ISO/IEC 27001 – zarządzanie bezpieczeństwem informacji (ISMS – *Information Security Management System*, czyli SZBI – System Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji).

W zakresie zarządzania bezpieczeństwem informacji Silesia+ realizuje takie funkcje, jak: identyfikacja zasobów informacji wykorzystywanych w organizacji, identyfikacja zagrożeń dla chronionych informacji, kontrolowanie czynników ryzyka, planowanie i wdrażanie zabezpieczeń, wyciąganie wniosków i doskonalenie, dokumentowanie działań. Ponadto realizowane są funkcje wspólne dla obu systemów: zarządzanie incydentami, zarządzanie zadaniami, zarządzanie dokumentami, komunikowania się, wymiany informacji z systemami informacyjnymi przedsiębiorstwa (ERP, SCADA, monitoring, itp.), raportowania, gromadzenia analizy i udostępnianie informacji statystycznych, udostępnianie szablonów dokumentów elektronicznych, raportowanie itp.

System jest możliwy do zastosowań w wielu dziedzinach – jak przedstawiono w artykule – występuje też wersja dedykowana dla zakładu górniczego, ukierunkowana na ochronę występujących zasobów oraz procesów.

## Literatura

- Accenture Technology Vision 2016. People First: The Primacy of People in a Digital Age, Accenture, 2016. [Online] Dostępne w: [https://www.accenture.com/t20160314T114937\\_w\\_us-en\\_acnmedia/Accenture/Omobono/TechnologyVision/pdf/Technology-Trends-Technology-Vision-2016.PDF#zoom=50](https://www.accenture.com/t20160314T114937_w_us-en_acnmedia/Accenture/Omobono/TechnologyVision/pdf/Technology-Trends-Technology-Vision-2016.PDF#zoom=50) [Dostęp: 15.04.2016].
- Baginski, J. i Bialas, A. 2012. Validation of the software supporting information security and business continuity management processes [W:] Zamojski, W., Mazurkiewicz, J., Sugier, J., Walkowiak, T., Kacprzyk, J. red.: Complex Systems and Dependability. *Advances in Intelligent and Soft Computing* Vol. 170. Springer-Verlag: Heidelberg, New York, Dordrecht, London, s. 1–18.
- Deming, W.E. 1982. *Quality, productivity, and competitive position*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachusetts.
- Greenstein i in. 2013 – Greenstein, S., Goldfarb, A. i Tucker, C. 2013. The Economics of Digitization. International Library of Critical Writings in Economics 280, Edward Elgar.
- Kozłowski, A. 2015. *Bezpieczeństwo procesów technologicznych w ujęciu systemowym – Zintegrowany system zarządzania Silesia+*. Kongres Innowacji Polskich. Kraków, 10 marca 2015.
- Kozłowski i in. 2015 – Kozłowski, A., Kryca, M. i Piasecki, A. 2015. Zintegrowany system zarządzania Silesia+ – bezpieczeństwo procesów technologicznych. *Konferencja Naukowo-Szkoleniowa: Zasilanie, telemetria i automatyka w przemyśle wydobywczym „Innowacyjność i bezpieczeństwo” EMTECH 2015*. Zakopane 6–8 maja 2015. Materiały Konferencyjne s. 98–104.
- Łapiński i in. 2015 – Łapiński, K., Peterlik, M. i Wyżnikiewicz, B. 2015. *Wpływ robotyzacji na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw*, II edycja raportu, IBnGR, Warszawa, październik 2015, s. 30. [Online] Dostępne w: [http://www.ibngr.pl/content/download/2067/19573/file/Roboty\\_2015.pdf](http://www.ibngr.pl/content/download/2067/19573/file/Roboty_2015.pdf) [Dostęp: 15.04.2016].
- Norma ISO ITR 8373.
- Peitz, M. i Waldfogel, J. 2012. *The Oxford Handbook of the Digital Economy*, Oxford University Press.
- Rifkin, J. 2012. *Trzecia Rewolucja Przemysłowa*. Katowice: Wyd. Sonia Draga Sp. z o.o.
- Pieriegud, J. 2015. Wykorzystanie megatrendów do analizy przyszłościowego rozwoju sektorów gospodarki [W:] Gajewski, J., Paprocki, W. i Pieriegud, J. red. *Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych*. Publikacja EKF, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk.
- The digital transformation of industry, Roland Berger, BDI, 2015. [Online] Dostępne w: [https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland\\_Berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf) [Dostęp: 11.03.2016].
- Westerman, G. i inni. 2011. Digital Transformation: A Road-Map for Billion-Dollar Organizations, USA, November 2011. [Online] Dostępne w: [https://www.capgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/Digital\\_Transformation\\_A\\_Road-Map\\_for\\_Billion-Dollar\\_Organizations.pdf](https://www.capgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/Digital_Transformation_A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf) [Dostęp: 15.01.2016]. Cyt. za: Sobczak, A. *Koncepcja cyfrowej transformacji sieci organizacji publicznych*, „Roczniki” Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH, z. 29, Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH, 2013, s. 280.
- Wojtas, P. i Kozłowski, A. 2013. Innowacyjne rozwiązania CNP EMAG. *SEMAG 2013, Elektroenergetyka i automatyka w przemyśle wydobywczym*. Szklarska Poręba, 27–29 maja 2013.