



dr hab. inż. Stanisław Trenczek, prof. nadzw. w Instytucie EMAG  
dr inż. Artur Kozłowski

INSTYTUT TECHNIK INNOWACYJNYCH EMAG

## Przykłady działania Instytutu EMAG w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa w elektryce<sup>1)</sup>

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono obszary działalności Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG w aspekcie szeroko rozumianego bezpieczeństwa. Zaprezentowano prowadzone w EMAG prace związane m.in. z urządzeniami zasilającymi, aparaturą łączeniowo-zabezpieczeniową, aparaturą rozdzielczą, systemami sterowania, nadzoru, monitorowania, napędami regulowanymi oraz systemami i aplikacjami informatycznymi wspierającymi procesy, urządzenia i systemy. Opisano skrótowo wybrane rozwiązania, wdrożone na przestrzeni ostatnich lat, będące wynikiem prac naukowo-badawczych realizowanych we współpracy z partnerami zewnętrznymi, w odniesieniu do trzech filarów Instytutu i struktury obiektów: hardware, software i technologii, na rzecz szeroko rozumianego bezpieczeństwa. Uwypuklono zagadnienia związane z projektowaniem rozwiązań zgodnie z wymaganiami m.in. Dyrektyw LVD, EMC, ATEX, a następnie przeprowadzaniem wielowariantowych badań laboratoryjnych, co ma również znaczący wpływ na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa i niezawodności. Podkreślono istotną rolę procesów szkoleniowych i doskonalenia kadr. Zaprezentowane w artykule przykłady rozwiązań potwierdzają aktywny udział Instytutu EMAG w pracach mających na celu zwiększanie bezpieczeństwa w wielu aspektach.

## Examples of activities of the Institute EMAG to increase safety in electricity

**Summary:** The paper presents the areas of activity of the EMAG Institute of Innovative Technologies in terms of broadly defined security. The works conducted by the EMAG Institute are related to, among others, with the power supply equipment, switching-protection systems, switchgear apparatus, control and supervision systems, monitoring systems, adjustable drives and computer-aided applications supporting processes and also equipment and systems. The selected solutions that are briefly described in the paper were implemented in recent years as a result of research work carried out by the EMAG Institute in cooperation with the external partners, in relation to the three pillars of the Institute and the structure of objects: hardware, software and technology for broadly understood security. The issues related to the design solutions according to the requirements LVD, EMC, ATEX Directives are highlighted in the paper. Moreover the influential impact of multivariate laboratory tests is also highlighted because of their increasing influence on the level of safety and reliability. The paper also highlights the important role of the processes of training and staff qualification development. The Presented examples of solutions show the active participation of the EMAG Institute in the works aimed at safety improvement in many aspects.

### WSTĘP

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG jest wielodyscyplinarnym instytutem badawczym. Prowadzone w EMAG prace, związane z szeroko rozumianą elektryką można pogrupować w następujące kierunki tematyczne:

- urządzenia zasilające,
- aparatura łączeniowo-zabezpieczeniowa,
- aparatura rozdzielcza średniego napięcia,
- systemy sterowania, nadzoru, monitorowania,
- napędy regulowane

- systemy i aplikacje informatyczne wspierające procesy, urządzenia i systemy.

Specyfika warunków, szczególnie w przemyśle, narzuca określone wymagania urządzeniom i elementom automatyki stosowanym w tych gałęziach gospodarki. Działalność Instytutu EMAG ma na celu zapewnienie spełnienia określonych wymagań przez projektowanie bezpiecznych oraz niezawodnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych stosowanych w różnych warunkach środowiskowych, w tym również w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

W Instytucie EMAG od wielu lat prowadzone są prace konstruktorskie i badawcze w zakresie układów sterowania maszyn i urządzeń. W ramach tych prac zaprojektowano

<sup>1)</sup> Referat wygłoszony na I sesji pt. „Nowe technologie i bezpieczeństwo elektryczne w przemyśle” XI Konferencji naukowo-technicznej „Bezpieczeństwo w Elektryce i Energetyce”.

i wdrożono szereg konstrukcji przystosowanych do eksploatacji w szczególnie trudnych warunkach, również do podziemi kopalń. Stały rozwój technologiczny oraz coraz większy nacisk na zwiększenie bezpieczeństwa i ochronę zdrowia pracowników, szczególnie w miejscach o największych zagrożeniach i możliwościach wypadków były przesłanką podjęcia przez *Instytut Technik Innowacyjnych EMAG* prac nad nowoczesnymi systemami sterowania i diagnostyki.

Również od wielu lat *Instytut EMAG* zajmuje się problemem regulacji prędkości obrotowej napędów maszyn przepływowych dużej mocy. W tym okresie zostało wdrożonych kilkadziesiąt regulowanych napędów wentylatorów, pomp, sprężarek na napięcie 6 kV, o mocach do 2500 kW, w kopalniach węgla kamiennego, elektrociepłowniach, hutach, cementowniach oraz maszynach wyciągowych w kopalniach. Doświadczenia zebrane w trakcie eksploatacji takich napędów potwierdzają duże możliwości uzyskania oszczędności – efektów ekonomicznych, przez zastosowanie regulacji prędkości obrotowej.

Szybkozmiennie procesy zewnętrzne w gospodarce, administracji, jak też inne czynniki wpływają na zakres działalności i profil wiodący *Instytutu*, który musi się zmieniać wraz ze zmianami otoczenia.

Aktualnie działalność oparta jest na trzech filarach:

- Centrum Naukowo-Badawczym (CNB),
- Centrum Koordynacji Projektów (CKP),
- Centrum Badań i Certyfikacji (CBC).

Każdy z nich, stosownie do rodzaju prowadzonej działalności, spełnia kryteria zwiększania bezpieczeństwa, które realizowane są czy to poprzez nowoczesne rozwiązania techniczne, systemy bezpieczeństwa, systemy informatyczne, czy poprzez prowadzenie odpowiednich badań weryfikujących parametry i deklarowane współczynniki, udział w działalności związanej z nadzorem rynku, weryfikacji parametrów urządzeń i systemów, czy też wreszcie w postaci działalności organizacyjnej, nadzorczej, jak i informacyjno-popularyzacyjnej i szkoleniowej.

W artykule przedstawiono skrótowo wybrane przykłady działalności dla poprawy bezpieczeństwa w odniesieniu do trzech filarów i struktury obiektów: hardware, software i technologii na rzecz szeroko rozumianego bezpieczeństwa.

## działalność badawczo-rozwojowa

To co wyróżnia *Instytut EMAG* spośród innych jednostek naukowych to kompleksowe podejście do obszarów tematycznych, począwszy od zasilania urządzeń i aparatury zabezpieczeniowej, regulację prędkości obrotowej, aż do kompensacji mocy biernej czy też aktywnych filtrów mocy. Nie sposób przedstawić oczywiście wszystkich rozwiązań. Dla zobrazowania tematu artykułu wybrano kilka reprezentatywnych przykładów rozwiązań technicznych z zakresu zasilania.

Wybrane i niżej przedstawione, wdrożone na przestrzeni ostatnich lat, rozwiązania są wynikiem prac naukowo-badawczych realizowanych w *Instytucie EMAG*, w szczególności w zakresie urządzeń zasilających (rozdzielnice SN, stacje transformatorowe, kompensacyjne); aparatury łączeniowo-rozdzielczej i zabezpieczeniowej; urządzeń elektrycznych, stosowanych w kopalnianym transporcie kołowym, liniowym, przenośnikowym; napędów maszyn wyciągowych oraz regulowanych napędów dużej mocy wentylatorów, pomp i sprężarek.

Pierwsze przykłady związane są z zasilaniem. *Instytut EMAG* razem z *Elektrobudową SA* opracował w ramach projektu małogabarytową, przemysłową rozdzielnicę średniego napięcia budowy przeciwwybuchowej w izolacji stało-powietrznej typu PREM-GO (rys. 1). Pole rozdzielcze typu PREM-GO, wg opracowanego rozwiązania, jest polem o najwyższych standardach bezpieczeństwa i w wykonaniu ognioszczelnym, łukochronnym o kategorii BFRL, tj. zapewniającym pełne bezpieczeństwo obsłudze i osobom trzecim w przypadku wystąpienia wewnętrznego zwarcia łukowego i obecności tych osób w najbliższej odległości od osłony.



Rys. 1. Rozdzielnica typu PREM-GO

Z kolei na rysunku 2 przedstawiono efekt prac prowadzonych w *EMAGu* nad hybrydowym układem kompensacji mocy nieaktywnych w górniczych sieciach dołowych zasilających odbiory nieliniowe. Dotyczyły one obszaru zagadnień związanych z eliminacją szkodliwego oddziaływania przekształtników mocy (tyrystorowe napędy maszyn wyciągowych, wentylatorów głównego przewietrzania, sprężarek sprężonego powietrza oraz przekształtników mocy (falowniki i softstarty) – używanych w kopalnianych układach napędowych, w tym urządzeń dołowych – na elektroenergetyczne sieci górnicze.



Rys. 2. Widok aktywnego filtra mocy wykonanego w ramach projektu



Rys. 3. Ilustracja systemu SKD-2 wdrożonego na jednej z kopalń na Białorusi

Zagadnienie zabezpieczeń upływowych to kolejny z istotnych kierunków prac naukowo-badawczych i rozwojowych, realizowanych przez EMAG. Opracowano szereg zabezpieczeń o zróżnicowanych zasadach działania ochronnego, strukturach układowych i parametrach przy jednoczesnym zastosowaniu w ich rozwiązaniach najnowszych osiągnięć w rozwoju techniki elementów i podzespołów elektroniki. Istotnym kierunkiem dla tzw. „pewności działania ochronnego” była autokontrola sprawności eksploatacyjnej zabezpieczeń.

Kolejne przykłady dotyczą obszaru automatyki i sterowania, w którym obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania użytkowników systemami i aparaturą wspomagania elektronicznego pracy maszyn. Wynika to, między innymi, ze wzrastającej złożoności rozwiązań konstrukcyjnych, wymagań funkcjonalnych i mocy zainstalowanej w maszynach – niezbędnych czynników pozwalających spełnić wymagania koncentracji wydobywania i uzyskania wymaganych efektów ekonomicznych.

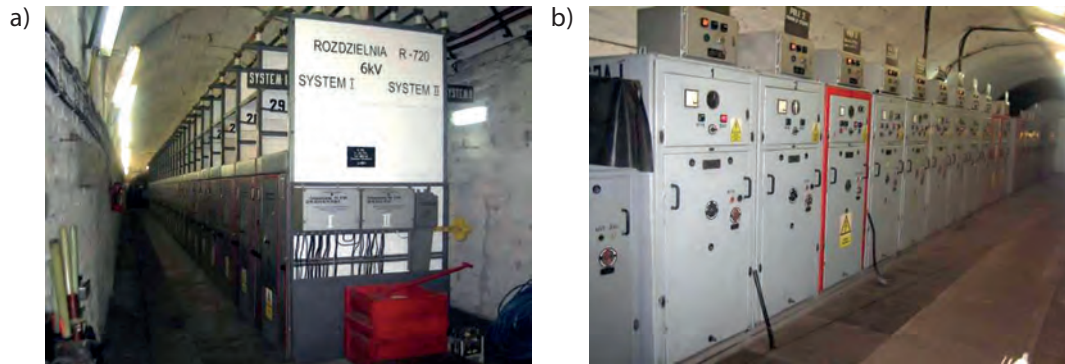
Sztandarowym tego przykładem jest bezprzewodowy system kontroli, sterowania i diagnostyki SKD-2M (rys. 3) z innowacyjnym rozwiązaniem umożliwiającym kierunkową nawigację maszyny w osi drążonego wyrobiska korytarzowego. Koncepcja systemu SKD-2 opiera się na rozproszonej strukturze wzajemnie połączonych ze sobą bloków funkcjonalnych (modułów), realizujących poszczególne funkcje sterowniczo-diagnostyczne. Zaprojektowany system jest tzw. systemem otwartym, zarówno pod względem sprzętowym, jak i programowym. Duża moc obliczeniowa systemu pozwala na zastosowanie algorytmów przetwarzania danych do celów sterowania i diagnostyki o dużej złożoności numerycznej.

Ważnym walorem tego systemu z punktu widzenia bezpieczeństwa jest odsunięcie obsługi do strefy bezpiecznej w przypadku występowania dużych zagrożeń środowiskowych na skutek pogarszających się warunków eksploatacyjnych. System zdalnego sterowania i kontroli zapewnia kierunkową kontrolę i nawigację, wizualizację urabiania, ochronę przeciążeniową, monitorowanie i raportowanie, diagnostykę maszyny, a także współpracę ze stanowiskiem dyspozytorskim.

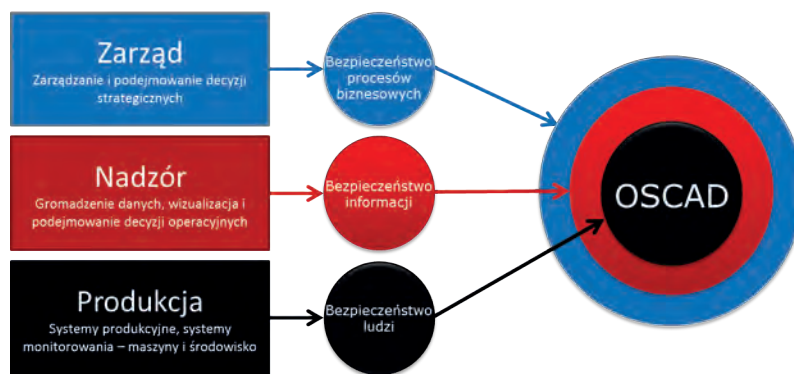
Kolejny przykład związany jest z systemem monitorowania i diagnostyki. Instytut EMAG wdrożył w Katowickim Holdingu Węglowym SA system monitorowania zużycia energii elektrycznej (rys. 4) i mediów nieelektrycznych SMM-01, który jest doskonałym narzędziem umożliwiającym prowadzenie w zakładzie górniczym aktywnej polityki racjonalizacji zużycia mediów i energii elektrycznej w sieciach SN oraz poprawy efektywności ekonomicznej kopalni.

Następne przykłady dotyczą wsparcia zarządzania rozwiązaniami IT z zakresu infrastruktury krytycznej. Pierwszym z nich jest System informacyjny wspierający zarządzanie typu OSCAD. Jest to innowacyjne rozwiązanie organizacyjno-techniczne o postaci szkieletowego systemu zarządzania ciągłością działania wspierającego nieprzerwane funkcjonowanie instytucji w sytuacjach kryzysowych (rys. 5).

System OSCAD uwzględnia codzienną działalność firmy, toczącą się wokół zdobywania klientów i zaspakajania ich potrzeb, maksymalizacji obrotu, minimalizacji kosztów. Wiele przedsiębiorstw wykorzystuje dziś złożone systemy informatyczne określane mianem Business Intelligence (BI). Rozwiązania BI umożliwiają analizę wyników sprzedaży, rentowności, realizację planu sprzedaży oraz wykonanie analizy marketingowej. Pozwalają na wykonanie analizy wyników finansowych



Rys. 4. Elementy objęte systemem SMM-01: a) rozdzielnica R720; b) rozdzielnica RGP700



Rys. 5. Obszary funkcjonowania przedsiębiorstwa objęte działaniem systemu OSCAD

oraz bilansu, kosztów, wskaźników, przepływów finansowych. Dzięki tym systemom możliwa jest analiza kosztów produkcji, wydajności oraz jakości. Kokpity menedżerskie zapewniają dostęp do raportów i wskaźników pozwalających na sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem. Tak dzieje się do momentu, w którym wystąpi zdarzenie powodujące zachwianie dotychczasowego sposobu działania organizacji, uniemożliwiającej jej normalne funkcjonowanie. Identyfikację takich czynników zakłócających działanie przedsiębiorstwa i skuteczne reagowanie na sytuacje kryzysowe wspomaga system OSCAD. Zapewnia tym samym działanie na rzecz szeroko pojętego bezpieczeństwa domykając paletę rozwiązań oferowanych przedsiębiorstwom.

Drugim z systemów jest System zabezpieczenia procedur projektowania i produkcji przeznaczony dla przedsiębiorstw produkcyjnych, bez względu na ich wielkość i profil działalności. Jego zadaniem jest doskonalenie procesu projektowania i wytwarzania wyrobów. W sposób szczególny dotyczy to inteligentnych produktów informatycznych i oprogramowania przeznaczonych do zastosowań w środowiskach o zwiększonym poziomie ryzyka. Stosowanie podstawowego światowego standardu, jakim w tej dziedzinie jest ISO/IEC 15408 Common Criteria, zwłaszcza

połączone z procesem certyfikacji, jest w stanie zapewnić wiarygodność zabezpieczeń. Standard ten, ze względu na formalizmy i rygory wobec procesu rozwoju i wytwarzania produktu informatycznego, jest dość trudny w użyciu i tylko nieliczne produkujące firmy są w stanie go stosować. Upowszechnienie praktyk i rozwiązań wynikających ze standardu, zwłaszcza w naszym kraju, ma charakter innowacyjny (brak certyfikatów polskich produktów informatycznych) i wychodzi naprzeciw interesom grupy polskich firm, które zamierzają dołączyć do elity światowej. Wdrożenie wymagań standardu podnosi innowacyjność przedsiębiorstwa, zwłaszcza małego, wymusza postęp w zakresie stosowanej technologii i pozwala na unowocześnienie procesu opracowania i wytwarzania produktu.

**DZIAŁALNOŚĆ W ZAKRESIE BADAŃ I CERTYFIKACJI**

W zakresie badań i certyfikacji prowadzonych w Instytucie EMAG wyróżniają się następujące obszary:

- weryfikacja parametrów technicznych poprzez odpowiednie badania,
- działalność Jednostki Certyfikującej Wyroby,
- współpraca z UOKiK,
- realizacja prac związanych z nadzorem rynku.

Istotą jest tutaj Dyrektywa LVD, tj. Dyrektywa 2006/95/WE, która odnosi się do każdego sprzętu przeznaczonego do użytku przy napięciu z zakresów między 50 V a 1000 V prądu przemiennego oraz między 75 V a 1500 V prądu stałego (z nielicznymi wyjątkami). Między innymi wymaga ona, by sprzęt elektryczny był zaprojektowany i wyprodukowany w sposób zapewniający jego zgodność z zasadami ochrony przed zagrożeniami:

- stwarzanymi przez sprzęt elektryczny, co oznacza odpowiednią ochronę przed:
  - niebezpieczeństwem urazu fizycznego lub przed inną szkodą mogącą powstać w wyniku bezpośredniego lub pośredniego kontaktu,
  - wytworzeniem temperatury, łuków lub promieniowania, które mogłyby spowodować niebezpieczeństwo,
  - niebezpieczeństwem o charakterze nieelektrycznym, które, jak wynika z doświadczenia, może być spowodowane przez sprzęt elektryczny,
- mogącymi powstać wskutek oddziaływania na sprzęt elektryczny czynników zewnętrznych, co oznacza, że muszą być określone środki techniczne w celu zapewnienia, że sprzęt elektryczny:
  - spełni przewidywane wymagania mechaniczne w taki sposób, że nie będzie występować narażenie na niebezpieczeństwo,
  - będzie odporny na wpływy niemechaniczne w przewidywalnych warunkach otoczenia w taki sposób, aby nie wystąpiło narażenie na niebezpieczeństwo (osób, mienia),
  - nie narazi na niebezpieczeństwo (osób, mienia) w przewidywalnych warunkach przeciążenia.

Również Dyrektywa EMC, tj. Dyrektywa 2004/108/WE odnosząca się do kompatybilności elektromagnetycznej stawia szereg wymagań. Rozumiejąc kompatybilność elektromagnetyczną jako zdolność urządzenia do zadowalającego działania w środowisku elektromagnetycznym bez powodowania nadmiernych zaburzeń elektromagnetycznych w stosunku do innych urządzeń działających w tym środowisku, projektowanie musi uwzględniać „środowisko elektromagnetyczne”, oznaczające wszelkie zjawiska elektromagnetyczne możliwe do zaobserwowania w danym miejscu, by:

- zaburzenie elektromagnetyczne, czyli jakiegokolwiek zjawisko elektromagnetyczne, takie jak szum elektromagnetyczny, niepożądany sygnał lub nawet zmiana w samym ośrodku propagacji, nie mogło pogorszyć działania urządzenia, co w *EMAG* jest badane w laboratorium kompatybilności elektromagnetycznej (rys. 6),

- urządzenie posiadało zdolność do działania zgodnie z przeznaczeniem bez pogorszenia jakości w przypadku wystąpienia zaburzenia elektromagnetycznego,
- uwzględniało „cele bezpieczeństwa” (cele ochronne życia ludzi lub ochrony własności).



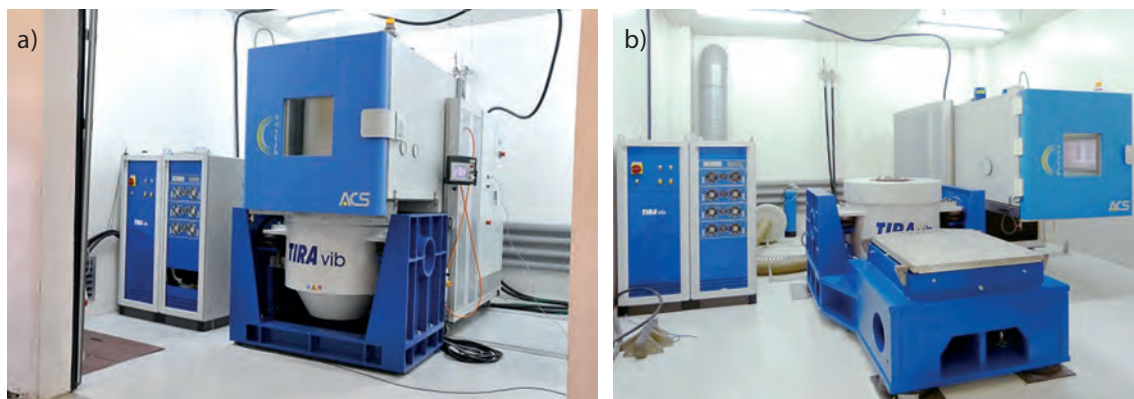
Rys. 6. Widok komory EMC

Także Dyrektywa ATEX, tj. Dyrektywa 94/9/WE dotycząca urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem wymaga, by urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem były zaprojektowane pod kątem zintegrowanego bezpieczeństwa przeciwwybuchowego. Oznacza to, że muszą być zaprojektowane i wykonane:

- po odpowiedniej analizie możliwych uszkodzeń podczas użytkowania, aby uniknąć, na ile jest to możliwe, sytuacji niebezpiecznych,
- z uwzględnieniem szczególnych warunków kontroli i konserwacji,
- tak, aby działały niezależnie od otaczających, aktualnych lub przewidywanych warunków przestrzennych.

Z kolei Dyrektywa MAD, tj. Dyrektywa 2006/42/WE w sprawie maszyn wymaga stosowania zasad bezpieczeństwa kompleksowego, czyli zaprojektowania i wykonania maszyny w taki sposób, aby:

- maszyna nadawała się do wykonywania swojej funkcji oraz mogła być obsługiwana, regulowana i konserwowana bez narażenia osób na ryzyko w trakcie wykonywania tych czynności w przewidzianych warunkach, ale także z uwzględnieniem możliwego do przewidzenia jej niewłaściwego użycia,
- wziąć pod uwagę nie tylko zamierzone zastosowanie maszyny, ale także możliwe do przewidzenia niewłaściwe użycie,
- uwzględniono ograniczenia ruchów operatora w wyniku używania niezbędnych lub przewidywanych środków ochrony indywidualnej.



Rys. 7. Stanowisko do badań wibracyjnych w Laboratorium Badań Kabli i Badań Środowiskowych:  
a) przed doposażeniem w stół ślizgowy, b) po doposażeniu w stół ślizgowy

Tak więc spełnienie wymagań prezentowanych Dyrektyw (poprzez wymagania norm) jest niezwykle ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa.

Ważnym obszarem działania laboratorium jest również prowadzenie badań konstruktorskich na odpowiednio wyposażonych stanowiskach badawczych (przykład – rys. 7) z udziałem projektantów i wykonawców urządzeń; badania takie umożliwiają dokonanie oceny urządzeń już na etapie ich tworzenia.

#### **DZIAŁALNOŚĆ INFORMACYJNO-SZKOLENIOWA**

Działalność popularyzatorska informacji naukowo-technicznych wraz z upowszechnianiem jest jednym z ważnych obszarów działalności *Instytutu EMAG*. Dlatego też corocznie są organizowane i współorganizowane konferencje, seminaria – zarówno w siedzibie firmy (sale konferencyjne w budynku *EMAG*), jak i poza nią – związane tematycznie z prowadzoną działalnością oraz z uwzględnieniem szeroko rozumianego bezpieczeństwa i bezpiecznych rozwiązań. Prezentacja najnowszych rozwiązań wraz z dyskusją stwarza możliwości do podejmowania nowych realizacji i udoskonalania istniejących.

Ponadto, *EMAG* prowadzi również kursy specjalistyczne, głównie z dziedziny elektrotechniki, automatyki, informatyki i telekomunikacji, które adresowane są przede wszystkim do załóg przedsiębiorstw związanych z przemysłem wydobywczym. Ośrodek jest niepubliczną placówką oświatową posiadającą uprawnienia wymagane do prowadzenia działalności dydaktycznej i do szkolenia pracowników zakładów górniczych, tj.:

- wpis do ewidencji placówek kształcenia ustawicznego prowadzonej przez Prezydenta Miasta Katowice,
- akredytacja Śląskiego Kuratora Oświaty,
- decyzje Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego w Katowicach zatwierdzające programy kursów Ośrodka Szkolenia dla pracowników zakładów górniczych,

- rekomendacja Stowarzyszenia Elektryków Polskich do prowadzenia szkoleń,
- wpis do rejestru instytucji szkoleniowych Wojewódzkiego Urzędu Pracy w Katowicach.

Ośrodek Szkolenia *Instytutu Techniki Innowacyjnych EMAG* uruchamia nowe szkolenia, rozszerzając zakres i profilując je bezpośrednio pod oczekiwania użytkowników. Ta forma działalności jest bardzo ważna z punktu widzenia potencjalnych użytkowników i bezpieczeństwa.

#### **PODSUMOWANIE**

Liczne rozwiązania opracowane w *Instytucie EMAG* z zakresu zasilania, układów sterowania, układów napędowych oraz systemów nadzoru mają znaczący wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Omówione przykłady dotyczą przede wszystkim polskiego przemysłu ciężkiego, a także innych gałęzi przemysłu, bowiem bezpieczeństwo jest jednym z głównych aspektów uwzględnianych w trakcie opracowywania w *Instytucie EMAG* urządzeń i układów automatyki. Przykładem jest fakt, że wszystkie urządzenia sterowania i kontroli spełniają wymagania obowiązujących norm i są dopuszczone do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Powyższy artykuł opracowano na podstawie dokumentacji technicznych oraz dokumentacji prac badawczych opracowanych i zrealizowanych w *Instytucie Techniki Innowacyjnych EMAG*.

Zaprezentowane w artykule przykłady rozwiązań potwierdzają aktywny udział *Instytutu EMAG* w pracach mających na celu zwiększanie bezpieczeństwa.