

Poprawa bezpieczeństwa pracy w kopalniach w działaniach Instytutu EMAG

Piotr Wojtas, Stanisław Trenchek

Bezpieczeństwem pracy nie da się sterować, jednak mając odpowiednie narzędzia, da się bezpieczeństwem zarządzać. Poziom bezpieczeństwa pracy w kopalniach węgla kamiennego uwarunkowany jest wieloma czynnikami wynikającymi z warunków naturalnych, warunków technicznych oraz sfery ekonomicznej i sfery społecznej. W przypadku pracy wykonywanej w trudnych warunkach bezpieczeństwo jest niezwykle ważne ze społecznego, ale też i ekonomicznego punktu widzenia. Ze statystyk wynika, że górnictwo podziemne nie jest najbardziej wypadkogenną gałęzią gospodarki pod względem ogólnej liczby wypadków śmiertelnych i ciężkich, jednak w przeliczeniu na 1000 zatrudnionych jest w ścisłej czołówce.

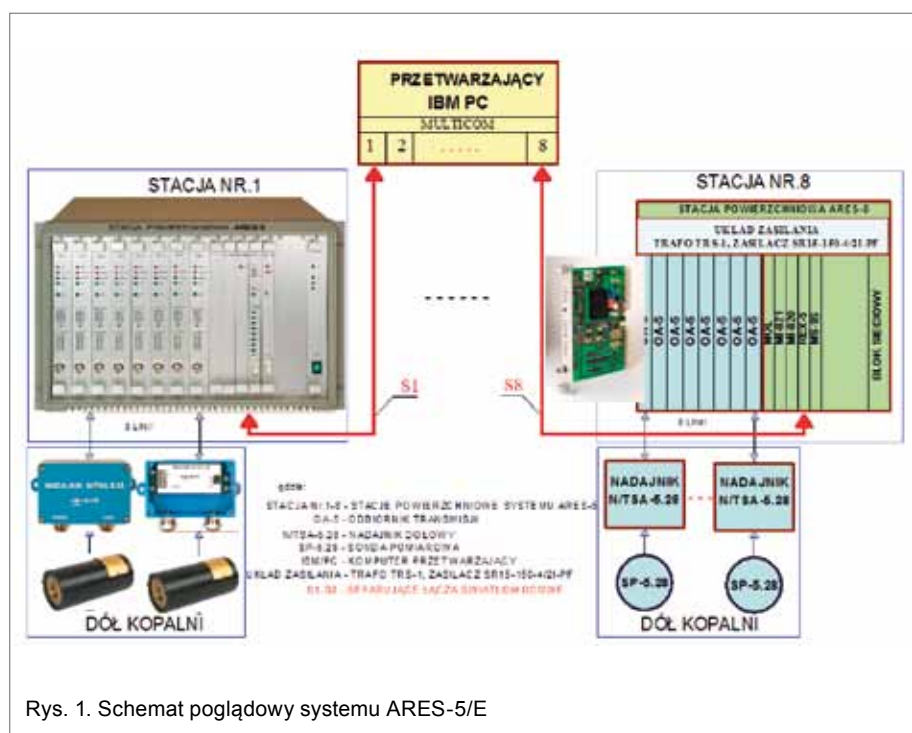
Instytut Technik Innowacyjnych EMAG od początku swojej działalności prowadzi stale rozpoznawanie problemów nurtujących zakłady i przedsiębiorstwa górnicze, które wynikają z konsekwencji podziemnej eksploatacji pokładów węgla kamiennego i coraz liczniej występujących zagrożeń, w tym przede wszystkim geosferycznych i aerologicznych.

Do grupy zagrożeń geosferycznych, najtrudniej prognozowalnych, należą zagrożenie tąpnięciami oraz zagrożenie wyrzutem gazów i skał. Objawami tego są głównie wstrząsy górotworu, czyli wyładowanie energii nagromadzonej w górotworze, objawiające się drganiem górotworu i zjawiskami akustycznymi. W najłagodniejszej swojej formie

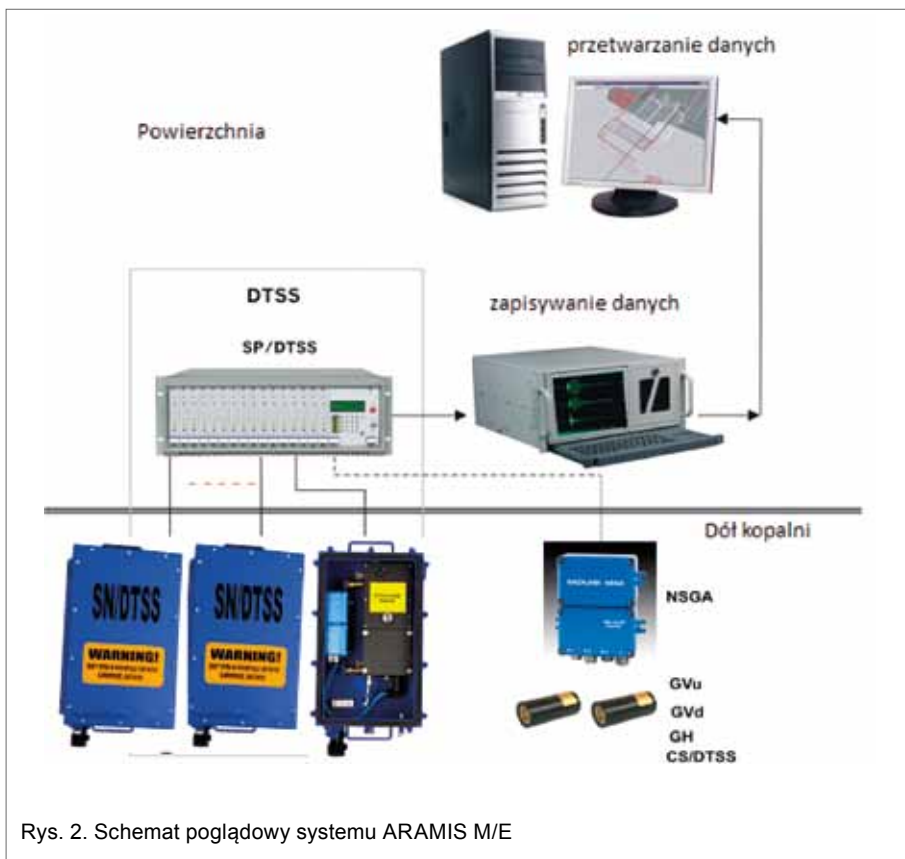
wstrząs nie powoduje pogorszenia funkcjonalności wyrobisk i bezpieczeństwa ich użytkowania. Może jednak w swych skutkach być o wiele groźniejszy: spowodować w wyrobisku zjawisko odprężenia, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek ulega uszkodzeniu bez utraty jego funkcjonalności lub bezpieczeństwa jego użytkowania, lub spowodować tąpnięcie, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek ulega gwałtownemu zniszczeniu lub uszkodzeniu, czego następstwem jest całkowita lub częściowa utrata jego funkcjonalności lub bezpieczeństwa jego użytkowania. Z kolei podczas wyrzutu gazów i skał dochodzi do tego przemieszczenia się setek, a niekiedy nawet kilku tysięcy metrów sześciennych skał oraz gwałtowny wypływ gazu (w ostatnich latach – metanu) o objętości od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy metrów sześciennych.

Instytut EMAG już od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku opracowuje i udoskonala przyrządy i urządzenia – systemy geofizyczne – które monitorują stan górotworu, a przez to przekazują informacje służące do ustalania działań profilaktycznych lub określania wielkości energii wyzwolonej podczas wstrząsu oraz lokalizacji jego epi- i hipocentrum. Jednym z takich przykładów jest system do oceny zagrożeń tąpnięciami w rejonie ściany – ARES-5/E (rys. 1).

Jego zadaniem jest przetwarzanie – przy pomocy mocowanych na kotwach w ociosie chodników przygotowawczych elektrodynamicznych sond pomiarowych – prędkości drgań mechanicznych górotworu na sygnał elektryczny. Następnie sygnały przesyłane są na powierzchnię, do kopalnianej stacji geofizyki, gdzie dokonywana jest ich cyfrowa obróbka i komputerowa interpretacja. Innym systemem jest ARAMIS M/E (rys. 2), służący do wizualizacji i przetwarzania informacji o zjawiskach sejsmicznych zaistniałych w kopalniach, czyli do lokalizacji



Rys. 1. Schemat poglądowy systemu ARES-5/E



reklama

Rys. 2. Schemat poglądowy systemu ARAMIS M/E



Rys. 3. Schemat poglądowy aparatury PASAT M

wstrząsów w obrębie kopalni, określania energii wstrząsów oraz wszechstronnej oceny zagrożenia tąpnięciami.

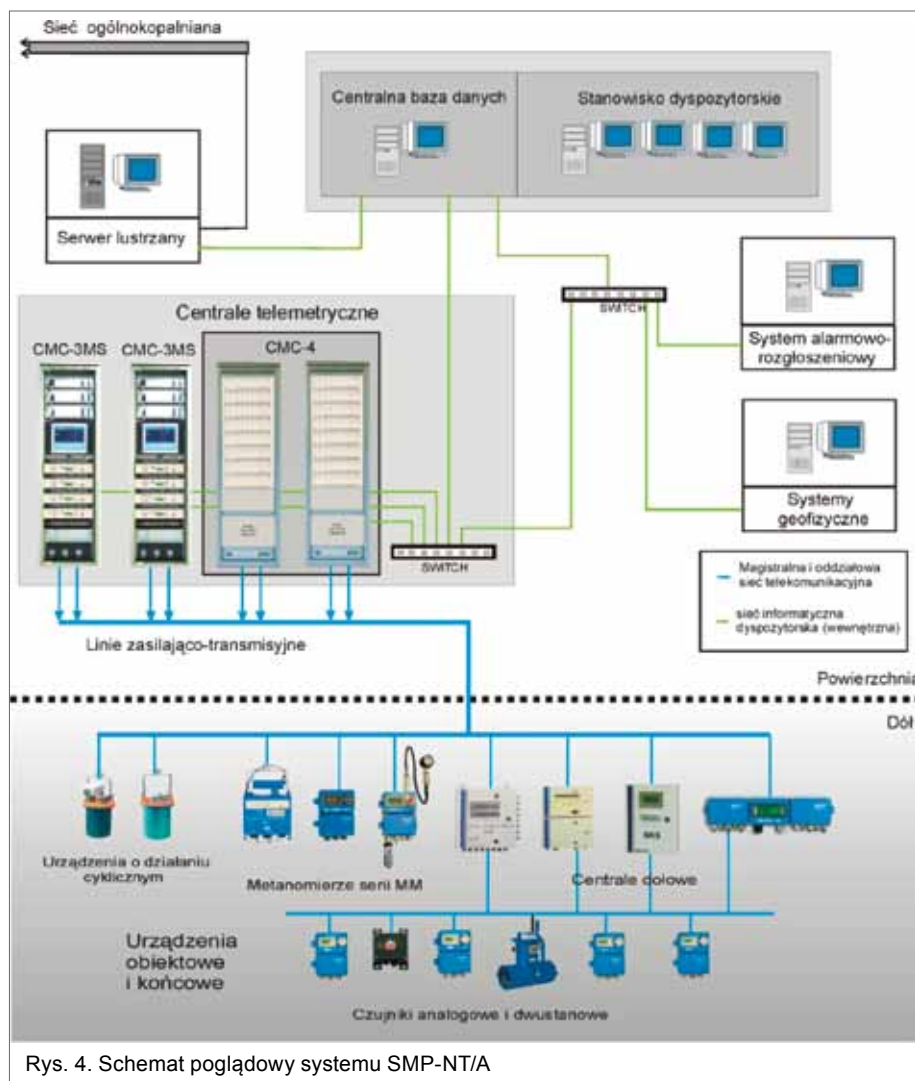
W zależności od rozległości obiektu system jako czujniki wykorzystuje sejsmometry lub opcjonalnie geofony niskoczęstotliwościowe. Cyfrowa transmisja danych umożliwia przesyłanie po jednej linii teletransmisyjnej trzech składowych rejestrowanej prędkości drgań (Y, X, Z), a próbkowanie sygnałów zapewnia dużą dynamikę przetwarzania i rejestracji.

Oprócz wymienionych wyżej urządzeń stacjonarnych opracowana zosta-

ła też aparatura przenośna – PASAT M (rys. 3), również służąca do oceny zagrożeń tąpnięciami w kopalniach. Umożliwia uzyskanie i gromadzenie danych oraz ich przesyłanie w postaci cyfrowej do dalszego przetwarzania.

Można np. określać naprężenia w górotworze i zmiany ich stanu w czasie i przestrzeni (anomalie naprężeń związane z: krawędziami zatrzymanej eksploatacji, oddziaływaniem resztek węglowych pokładów sąsiednich, czynną eksploatacją ścian, granicą starych zrobów, wyrobiskami korytarzowymi i uskokami). Można też wyznaczać niejednorodność geologiczną przed frontem eksploatacji (pustki, wymycia, uskoki itd.), a także i inne parametry charakteryzujące wytrzymałość i zwięzłość górotworu (moduł Younga, stała Poissona).

Przechodząc do drugiej grupy zagrożeń – aerologicznych – trzeba tu wyróżnić takie, jak: wentylacyjno-gazowe, klimatyczne, metanowe, zagrożenie pożarem endogenicznym, działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, wybuchem pyłu węglowego oraz zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi. Związane są one bezpośrednio lub pośrednio z przewietrzaniem kopalń. Instytut EMAG również i w tym obszarze prowadzi prace badawcze



i wdrożeniowie od początku swojej działalności. Początek to pojedyncze czujniki gazów, później urządzenia metanometrii automatycznej, a także pierwszy system kontroli zagrożenia pożarowego. Ciągły rozwój technik informatycznych, ale też i potrzeby zakładów górniczych doprowadziły do opracowania systemu o bardzo dużych możliwościach, mianowicie systemu SMP-NT/A (rys. 4) do monitorowania parametrów bezpieczeństwa i produkcji w zakładach górniczych zagrożonych wybuchem metanu i pyłu węglowego.

Zapewnia on prowadzenie ciągłej kontroli parametrów środowiska kopalniane, w szczególności: parametrów fizycznych i składu chemicznego powietrza oraz stanu i parametrów pracy urządzeń wentylacyjnych, maszyn i urządzeń ciągów technologicznych. Umożliwia to wczesne wykrywanie i sygnalizowanie zagrożeń naturalnych, zwłaszcza metanowych i pożarowych, a także innych zagrożeń związanych z procesem pro-

dukcyjnym. Urządzenia dołowe systemu realizują algorytmy dwustanowego sterowania maszyn i urządzeń dołowych, w tym automatycznego szybkiego wyłączenia zasilania maszyn i urządzeń w przypadkach zaistnienia zagrożenia wybuchem bądź wystąpienia wstrząsu o wysokiej energii. Dzięki integracji z kopalnianymi systemami alarmowo-rozgłoszeniowymi typu STAR, SAT system umożliwia automatyczny przesył słownych komunikatów alarmowych i ewakuacyjnych, informujących załogę dołową o niebezpieczeństwie zaistniałym w miejscu jej pracy i wskazujących im drogę ucieczki. Modułowa budowa systemu zarówno w części dołowej, jak i w powierzchniowej infrastruktury informatycznej, powoduje, iż może on być konfigurowany i rozbudowywany stosownie do wielkości zakładu górniczego i wymaganych funkcji. Konstrukcja urządzeń i funkcje systemu są zgodne z wymaganiami Dyrektywy ATEX oraz obowiązujących przepisów górniczych.

System SMP-NT/A może być stosowany również w innych gałęziach przemysłu, gdzie istotna jest wysoka niezawodność działania i iskrobezpieczeństwo obiektowych urządzeń kontrolno-pomiarowych.

Dla wspomnianego na wstępie zarządzania bezpieczeństwem Instytut EMAG opracował system dyspozytorski ciągłego nadzoru nad pracą kopalni SD 2000 (fot. 1), oparty o rozbudowane struktury zbierania danych cyfrowych i analogowych, dla potrzeb operatywnego kierowania, ostrzegania, dokumentowania i analizy przebiegu procesu produkcyjnego oraz kontroli stanu bezpieczeństwa pracy w kopalniach.

Do jego podstawowych funkcji należą: wizualizacja i monitorowanie procesów technologicznych z wykorzystaniem map kopalni, kontrola zagrożeń naturalnych, alarmowanie o stanach krytycznych, ostrzeganie o stanach zagrożeń, rejestracja zmiennych procesowych, prezentacja na ekranach monitorów i ścianach graficznych stanu pracy i zagrożeń na tle rzeczywistych map kopalni w układzie przestrzennym oraz na planszach technologicznych, a także raportowanie zdarzeń w kopalni, informacji bilansowo-statystycznych, danych w postaci zestawień, tabel i wykresów wraz z ich archiwizacją.

Przedstawione powyżej urządzenia i aparatura służą, jak już wspomniano, do zarządzania bezpieczeństwem. Są to więc narzędzia, którymi nie da się zwalczać zagrożeń. Do tego potrzebny jest cały szereg innych działań, które z reguły są podejmowane, jednak z różnych powodów mimo to dochodzi do niebezpiecznych dla zdrowia zdarzeń.

Każde zdarzenie powodujące nawet tylko wypadek lekki jest i powinno być powodem do tego, by przeanalizować okoliczności i przyczyny jego zaistnienia oraz wyciągnąć wnioski na przyszłość. W przypadku zaistnienia katastrof sprawy te nabierają jeszcze większego znaczenia, stąd też badania takie prowadzone są przez specjalne komisje, które powołuje Prezes Wyższego Urzędu Górniczego. Każda komisja w swoim sprawozdaniu podaje stwierdzone lub ustalone przyczyny i okoliczności zdarzenia, a także stwierdzone nieprawidłowości wpływające na to w sposób bezpośredni i pośredni oraz wynikające z tego wnioski. Pogrupowane są one według konkretnych adresatów.

W ostatnim dziesięcioleciu, nie licząc zdarzenia z 2011 r. zaistniałego w Kopalni „Krupiński” (komisja nie zakoń-



Fot. 1. Fragment systemu dyspozytorskiego SD 2000

czyła jeszcze pracy), komisji takich pracowało 19. Sformułowano łącznie 286 wniosków, z czego 42 dotyczyły zakładów, w których do zdarzenia doszło, 107 skierowano do wszystkich zakładów górniczych i przedsiębiorców, 22 do jednostek ratownictwa, 75 do zaplecza naukowego i 47 do jednostek odpowiedzialnych za regulacje prawne. Szczególne znaczenie mają wnioski do zaplecza naukowego, które ukierunkowane są na opracowanie nowych metod, sposobów, urządzeń czy aparatury służących lepszemu rozpoznaniu zagrożeń oraz opracowaniu sposobów zabezpieczenia przed skutkiem wzrostu ich poziomu.

Analiza przyczyn zdarzeń, przedstawiana w corocznych sprawozdaniach Wyższego Urzędu Górniczego („Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w roku...”), pokazuje, że ok. 30% wypadków ma związek z warunkami naturalnymi. Jednak oprócz tego typu wypadków w kopalniach występują także inne zdarzenia utrudniające lub wręcz uniemożliwiające prowadzenie normalnego ruchu zakładu górniczego. Następuje w związku z tym np. utrata funkcjonalności danego wyrobiska lub zatrzymanie procesu technologicznego. Można też z dużym przybliżeniem oszacować, że spośród wszystkich zdarzeń zakłócających ruch zakładu górniczego stanowią one również ok. 30–35%. Jeśli do tego dodać, że ok. 30% wypadków i zdarzeń ma miejsce w rejonie wyrobiska ścianowego, to widać, że rejon taki należy objąć szczególną kontrolą.

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG od kilkadziesiąt lat zajmuje się zarówno realizacją wniosków komisji, jak też opracowywaniem systemów do monitorowania parametrów środowiska pracy, w tym zagrożeń, szczególnie w rejonach ścian. W ostatnim dziesięcioleciu zrealizował 26 prac (35%) wynikających z wniosków komisji, z których tylko 10 – niżej wymienionych – zostało zastosowanych:

- urządzenie Fotopylox, służące do szybkiego pomiaru zawartości części niepalnych w pyłe węglowym, bezpośrednio w wyrobisku podziemnym;
- zmodernizowana wersja iskrobezpiecznego pyłomierza stacjonarnego PL-1A, którą wprowadzono do systemu SMP-NT, jako jeden z czujników pomiarowych;
- wielofunkcyjny indywidualny przyrząd WIP-1, wraz z opracowanymi metodami pomiaru składu atmosfery kopalnianej z jednoczesną rejestracją czasu dokonanego pomiaru;
- synchronizacja czasu (w ramach wydzielonej komputerowej sieci dyspozytorskiej) w systemach: monitorowania parametrów bezpieczeństwa i produkcji typu SMP-NT/A, dyspozytorskim SD 2000 oraz transmisji sygnałów analogowych i dwustanowych UTS;
- wprowadzenie we wszystkich nowych typach metanomierzy opracowanych „identyfikatorów”, tzn. unikalnego numeru fabrycznego dla każdego metanomierza, nadanego w sposób elektroniczny, który jest identyfikowany i monitorowany przez część stacjonarną systemu od momentu podłączenia metanomierza do linii i w trakcie dalszej pracy, co eliminuje możliwość jego podmiany na linii bez odnotowania tego faktu w systemie;
- wyposażenie metanomierzy w kalibratory zewnętrzne, uniemożliwiające kalibrację i zmiany nastaw przez osoby niepowołane;
- wprowadzenie mechanizmów zabezpieczających dane – w dyspozytorskich systemach nadzoru procesu technologicznego i zagrożeń naturalnych – przed ich utratą lub zmianami oraz przed dostępem osób niepowołanych, poprzez kilkustopniowy dostęp, zdublowane serwery baz danych oraz możliwość archiwizacji i tworzenia kopii bezpieczeństwa danych na różnych nośnikach z możliwością ich przywrócenia;
- zintegrowany system bezpieczeństwa dla dyspozytorni zakładów górniczych;
- czujnik pomiarowy z transmisją radiową danych;
- rozbudowa systemu SMP-NT o moduł do monitorowania pomiaru ciśnienia bezwzględnego i różnicowego oraz temperatury.

Jeśli wziąć pod uwagę, że w ogóle zrealizowano tylko 60% wniosków tej grupy, to widać znaczący wkład EMAG-u w zakresie bezpieczeństwa pracy i ruchu za-

kładu górniczego. Realizacja takich zadań jest niezwykle trudna i to głównie z dwóch powodów. Pierwszym z nich są sprawy związane z finansowaniem prac badawczych w jednostce podejmującej się rozwiązania zagadnienia. Jeśli na ten cel nie są przeznaczone przez resort nauki lub resort gospodarki specjalne środki finansowe, to sfinansowanie takich prac badawczych w zasadzie jest możliwe ze środków finansowych przeznaczonych na działalność statutową jednostki. Wniosek na finansowanie takiej działalności statutowej na nadchodzący rok składany jest do Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z półrocznym wyprzedzeniem. Podaje się w nim kierunki działań przewidzianych do realizacji w ramach prac statutowych oraz kwotę, jaka jest na to potrzebna. Przydzielona kwota to zazwyczaj tylko ok. 45% kwoty wnioskowanej. Zatem trudno jest podjąć się rozwiązania tematów podanych we wnioskach komisji w sposób natychmiastowy, chyba że jakiś temat był zbieżny z podanym we wniosku. Drugim problemem jest to, że jeśli już tematy podane we wnioskach zostaną rozwiązane, to zalecenia komisji nie mają mocy przepisów obowiązujących przedsiębiorców do ich stosowania, przez co część takich rozwiązań trafia „na półkę”.

Podsumowując, można stwierdzić, że potrzebne jest inne, kompleksowe podejście do tych zagadnień. Pierwszym działaniem z tego zakresu jest na pewno inicjatywa Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego sprzed prawie trzech lat, dzięki której Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego poprzez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ogłosiło już dwa konkursy na projekty strategiczne (5 w pierwszym konkursie, 3 w drugim) z zakresu poprawy bezpieczeństwa pracy w górnictwie. Wyrazić przy tym trzeba nadzieję, że opracowane też zostaną prawne rozwiązania systemowe dla zapewnienia zastosowania się do wniosków komisji powypadkowych, dotyczących realizacji prac przewidzianych dla jednostek naukowo-badawczych oraz obligatoryjnego stosowania uzyskanych z nich rozwiązań. ■

dr inż. Piotr Wojtas – dyrektor Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG;
dr hab. inż. Stanisław Trenczek – prof. nadzw. Instytutu EMAG, zastępca dyrektora ds. naukowych.